

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 mai 2019 (16.05.2019)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/091981 A1

(51) Classification internationale des brevets :
E21D 9/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/080351

(22) Date de dépôt international :
06 novembre 2018 (06.11.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1760659 13 novembre 2017 (13.11.2017) FR

(71) Déposant : **DODIN CAMPENON BERNARD** [FR/FR] ;
20 chemin de la Flambère, 31026 TOULOUSE (FR).

(72) Inventeurs : **DALLOT, Frédéric** ; 25 route de la Pisciculture, 82700 MONTECH (FR). **PEYREGA, Mathieu** ; Vil-

lage le Grand Chambois, 63230 MAZAYES (FR). **NICOLAS, Romain** ; 6 avenue Jean Rieux, 31500 TOULOUSE (FR). **GUEULET, Raphaël** ; 27 rue Ramponeau, 75020 PARIS (FR).

(74) Mandataire : **TANTY, François** ; CABINET NONY, 11 rue Saint-Georges, 75009 PARIS (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: METHOD FOR INSPECTING AND/OR GUIDING EXCAVATION OPERATIONS

(54) Titre : PROCEDE DE CONTROLE ET/OU DE GUIDAGE DE LA REALISATION D'UNE EXCAVATION

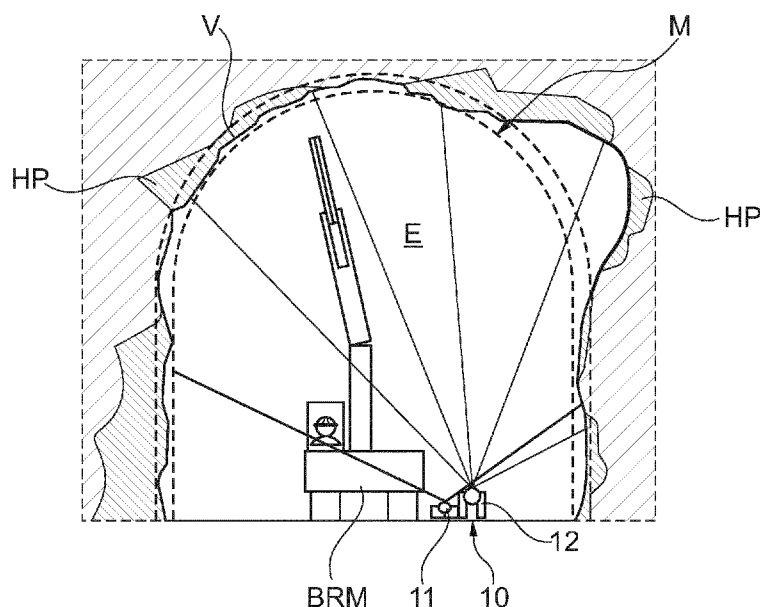


Fig. 7b

(57) **Abstract:** The present invention relates to a method for inspecting and/or guiding excavation (E) operations, comprising the following steps: a) (i) georeferencing a first acquisition device (10) for acquiring the relief in the excavation, in a general coordinate system, or (ii) acquiring a first topography of a first point cloud of a portion of the surface of the excavation (E), in particular by a second acquisition device such as a laser topography scanner, and carrying out a processing step for georeferencing the first point cloud in a general coordinate system, b) acquiring a second topography of a second point cloud of at least one excavation surface to be inspected, in the local coordinate system of the first acquisition device by means of the first acquisition device (10), c) obtaining the georeferencing in the general coordinate system of the second acquired topography, d) comparing the second acquired topography with a reference model (M) georeferenced in the general coordinate system, and then identifying a possible variation between the second

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

acquired topography and the reference model (M).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de contrôle et/ou de guidage de la réalisation d'une excavation (E), comportant les étapes suivantes : a) (i) géoréférencer un premier dispositif d'acquisition (10) du relief dans l'excavation, dans un système de coordonnées générales, ou (ii) acquérir une première topographie d'un premier nuage de points d'une portion de la surface de l'excavation (E), notamment par un deuxième dispositif d'acquisition tel qu'un scanner laser de topographie, et effectuer un traitement pour géoréférencer le premier nuage de points dans un système de coordonnées générales, b) acquérir une deuxième topographie d'un deuxième nuage de points d'au moins une surface à contrôler de l'excavation, dans le système de coordonnées locales du premier dispositif d'acquisition au moyen du premier dispositif d'acquisition (10), c) obtenir le géoréférencement dans le système de coordonnées générales de la deuxième topographie acquise, d) comparer la deuxième topographie acquise à un modèle de référence (M) géoréférencé dans le système de coordonnées générales, puis identifier un écart éventuel entre la deuxième topographie acquise et le modèle de référence (M).

PROCEDE DE CONTROLE ET/OU DE GUIDAGE
DE LA REALISATION D'UNE EXCAVATION

La présente invention concerne le domaine des travaux souterrains, et notamment celui du contrôle et/ou du guidage de la réalisation d'excavations. L'invention
5 concerne plus particulièrement la réalisation d'excavations par tir à l'explosif ou abattage manuel, notamment avec une pelle mécanique, une fraise ou un brise-roches hydraulique (BRH).

La demande EP 1 302 625 porte sur procédé d'application par pulvérisation de béton sur une surface d'une chambre creuse ou d'un objet, comportant la détermination de
10 la géométrie réelle de la chambre ou objet, la comparaison avec la géométrie théorique et l'affichage de la différence entre les géométries.

Les demandes WO 2009/037381 et WO2012/172180 portent sur un procédé et un dispositif pour concevoir des plans de forage, dans lesquels on détermine les points particuliers pour les trous de forage.

15 Le brevet US 5 851 580 porte sur un procédé de revêtement des parois intérieures de tunnels avec du béton projeté, dans lequel on utilise un système de commande électronique conçu de manière à pouvoir piloter le procédé pour la projection de béton.

La demande ES 2 389 802 porte sur un procédé et un système pour planifier
20 des travaux d'excavation d'un tunnel. On forme une image lumineuse sur le front d'excavation, correspondant au gabarit de l'excavation à creuser. On affiche ainsi le contour de la zone à creuser, lequel résulte de l'intersection entre deux surfaces, à savoir la surface du front de taille réel et les données topographiques du projet.

Cependant, un tel procédé ne fournit pas d'informations sur la conformité du
25 creusement réalisé à l'arrière du front de taille, et notamment sur la voûte de l'excavation, c'est-à-dire le plafond de l'excavation.

Il existe donc un besoin pour bénéficier d'une identification des hors-profils aussi bien sur la voûte de l'excavation que sur le front de taille. Par « hors-profils », on entend les sur-abattages et les sous-abattages, c'est-à-dire les zones qui ont été trop
30 creusées ou qui n'ont pas été assez creusées. On parle également respectivement de hors-profils et de sous-profils.

Lors de la réalisation d'une excavation, on peut à cet effet guider le travail de creusement à partir de relevés topographiques effectués au moyen d'un dispositif de mesure manipulé par un topographe. Le dispositif de mesure peut notamment comporter un tachéomètre et des prismes ou cibles qu'il faut disposer de manière précise, d'où la
5 nécessité qu'un tel travail soit réalisé par une personne qualifiée. Il est donc indispensable de bénéficier de l'assistance d'une personne spécialisée à chaque fois qu'une mesure est nécessaire, et notamment à chaque nouvelle phase d'abattage.

A chaque phase, le topographe doit contrôler les sur-abattages et les sous-abattages. Avec ces informations, on peut à chaque phase corriger l'avancement des
10 travaux de creusement en éliminant les sous-profils avec une fraise ou un brise-roches hydraulique (BRH), en limitant les hors-profils, ou, le cas échéant, en comblant les hors-profils par du béton projeté.

Or le topographe n'est pas nécessairement disponible à tout moment sur le chantier d'excavation, pour des raisons de coût et d'organisation du chantier. Dans de tels
15 cas, on peut être contraint de continuer le travail de creusement sans guidage suffisant, ce qui peut générer des hors-profils et sous-profils conséquents, et donc des coûts supplémentaires et même des retards dans l'avancement du chantier.

Il existe donc un besoin pour bénéficier d'un procédé permettant de contrôler et/ou de guider des travaux d'excavation sans nécessairement la présence constante ou
20 fréquente d'un topographe.

Procédé de contrôle et/ou de guidage

L'invention a ainsi pour objet, selon un premier de ses aspects, un procédé de contrôle et/ou de guidage de la réalisation d'une excavation, comportant l'étape consistant à a) (i) géoréférencer, notamment par des moyens de topographie classiques, un premier
25 dispositif d'acquisition du relief dans l'excavation, dans un système de coordonnées générales, ou (ii) acquérir une première topographie (A) d'un premier nuage de points d'une portion de la surface de l'excavation, notamment par un deuxième dispositif d'acquisition tel qu'un scanner laser de topographie, et effectuer un traitement pour géoréférencer le premier nuage de points dans un système de coordonnées générales.

30 Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape consistant à b) acquérir une deuxième topographie (B) d'un deuxième nuage de points d'au moins une surface à contrôler de l'excavation, dans le système de coordonnées locales du premier dispositif

d'acquisition au moyen du premier dispositif d'acquisition, (i) le premier dispositif d'acquisition ayant été préalablement géoréférencé, ou (ii) ladite deuxième topographie (B) comportant une surface commune avec la première topographie (A).

5 Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape consistant à c) obtenir le géoréférencement dans le système de coordonnées générales de la deuxième topographie (B) acquise (i) au moyen du géoréférencement du premier dispositif d'acquisition préalablement effectué, ou (ii) par assemblage du deuxième nuage de points, obtenu dans le système de coordonnées du premier dispositif d'acquisition, avec le premier nuage de points de la première topographie (A) géoréférencée dans le système de coordonnées
10 générales.

Par « assemblage », on entend que l'on cherche à faire correspondre les points des premier et deuxième nuages de points, de manière à identifier la position des points du deuxième nuage de points dans le système de coordonnées générales.

15 Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape consistant à d) comparer la deuxième topographie acquise (B) à un modèle de référence géoréférencé dans le système de coordonnées générales, puis identifier un écart éventuel entre la deuxième topographie acquise (B) et le modèle de référence.

L'excavation est alors contrôlée et/ou sa réalisation guidée en fonction de l'écart constaté.

20 Le modèle de référence peut être préenregistré pour l'excavation analysée.

Les étapes a), b), c), et d) sont de préférence successives voire consécutives.

Le système de coordonnées générales est un système de coordonnées du chantier. Dans un mode de réalisation, le système de coordonnées générales est connu.

25 Dans l'invention on identifie ainsi des zones comportant des hors-profils à corriger. On détermine une distance entre des points et une surface, à savoir d'une part les points du nuage de points et d'autre part la surface maillée du modèle de référence, afin d'établir une cartographie des zones à creuser ou à combler, aussi bien sur la voûte de l'excavation que sur le front de taille.

30 Dans l'invention, on peut réaliser un géoréférencement automatique, réalisable par un opérateur non nécessairement qualifié en topographie. A cet effet, on peut utiliser un assemblage automatique entre le premier (A) et le deuxième (B) nuage de points.

Dans un premier mode de réalisation, l'invention a pour objet un procédé de contrôle et/ou de guidage de la réalisation d'une excavation, comportant les étapes suivantes :

- 5 a) géoréférencer, notamment par des moyens de topographie classiques, un premier dispositif d'acquisition du relief dans l'excavation, dans un système de coordonnées générales,
- 10 b) acquérir une deuxième topographie (B) d'un deuxième nuage de points d'au moins une surface à contrôler de l'excavation, dans le système de coordonnées locales du premier dispositif d'acquisition au moyen du premier dispositif d'acquisition, le premier dispositif d'acquisition ayant été préalablement géoréférencé,
- c) obtenir le géoréférencement dans le système de coordonnées générales de la deuxième topographie (B) acquise au moyen du géoréférencement du premier dispositif d'acquisition préalablement effectué,
- 15 d) comparer la deuxième topographie acquise (B) à un modèle de référence géoréférencé dans le système de coordonnées générales, puis identifier un écart éventuel entre la deuxième topographie acquise (B) et le modèle de référence.

Le premier dispositif d'acquisition peut être disposé sur un châssis.

- Par « moyens de topographie classique », on entend par exemple un tachéomètre qui peut par exemple être fixé sur un châssis. Dans ce cas, le
- 20 géoréférencement peut être effectué par un géomètre, qui vise des cibles topographiques de position permettant de connaître la position du châssis. Ainsi, la présence du géomètre n'est nécessaire que lorsque l'on doit déplacer le châssis. Une telle intervention peut avoir lieu seulement à une fréquence de l'ordre de plusieurs heures, par exemple au moins toutes les 4h, voire toutes les 5h, mieux toutes les 6h, voire moins, par exemple toutes les 7h ou
- 25 toutes les 8h.

A l'étape c), on utilise un changement de repère du système de coordonnées locales au système de coordonnées générales, connu par le biais du géoréférencement effectué en a).

- Dans un deuxième mode de réalisation, l'invention a pour objet un procédé de
- 30 contrôle et/ou de guidage de la réalisation d'une excavation, comportant les étapes suivantes :

a) acquérir une première topographie (A) d'un premier nuage de points d'une portion de la surface de l'excavation, notamment par un deuxième dispositif d'acquisition tel qu'un scanner laser de topographie, et effectuer un traitement pour géoréférencer le premier nuage de points dans le système de coordonnées générales,

5 b) acquérir une deuxième topographie (B) d'un deuxième nuage de points d'au moins une surface à contrôler de l'excavation, dans le système de coordonnées locales du premier dispositif d'acquisition au moyen du premier dispositif d'acquisition, ladite deuxième topographie (B) comportant une surface commune avec la première topographie (A),

10 c) obtenir le géoréférencement dans le système de coordonnées générales de la deuxième topographie (B) acquise, par assemblage du deuxième nuage de points, obtenu dans le système de coordonnées du premier dispositif d'acquisition, avec le premier nuage de points de la première topographie (A) géoréférencée dans le système de coordonnées générales,

15 d) comparer la deuxième topographie acquise (B) à un modèle de référence géoréférencé dans le système de coordonnées générales, puis identifier un écart éventuel entre la deuxième topographie acquise (B) et le modèle de référence.

Le géoréférencement de la première topographie (A) peut être effectué notamment par des moyens de topographie classiques. Ces moyens comportent par
20 exemple l'un au moins d'un tachéomètre, de cibles topographiques préalablement disposées ou de points remarquables du chantier préalablement repérés par un opérateur qualifié, géomètre ou topographe. Un point remarquable peut par exemple être une sphère ou une croix. Une cible peut avoir la forme d'une sphère ou d'une planchette avec un motif à damier. L'acquisition d'un nuage de point sur la sphère, ou sur la planchette, permet
25 d'identifier son centre.

Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape consistant à e) générer à destination d'un utilisateur au moins une information concernant l'écart éventuel identifié. A l'étape e), on obtient ainsi l'élaboration et la transmission d'une cartographie de l'excavation contrôlée.

30 L'étape e) peut comporter une projection de lumière sur la surface à contrôler de l'excavation, ou peut comporter un affichage sur un écran, ou peut comporter un affichage en réalité virtuelle ou augmentée de l'information, par exemple sur une tablette

ou dans un casque de réalité augmentée. La tablette ou le casque peut être en relation avec son environnement. Dans un mode de réalisation, on peut projeter une information plus ponctuelle à l'aide d'un ou plusieurs pointeurs lasers motorisés, qui pourraient permettre, par exemple, de montrer une zone restante à excaver. Le pointeur laser pourrait éventuellement effectuer des mouvements rapides afin de montrer à l'opérateur des lignes sur la paroi grâce au phénomène de persistance rétinienne.

L'étape e) peut comporter une projection de lumière sur la surface à contrôler de l'excavation, notamment pour signaler un hors-profil ou un sous-profil. Cette lumière est porteuse d'une information sur l'excavation réalisée et/ou des travaux à effectuer.

La surface à contrôler de l'excavation peut être notamment une voûte de tunnel en construction. L'étape e) permet ainsi de communiquer au moins une cartographie de la comparaison effectuée à un utilisateur qui effectue des opérations dans l'excavation analysée.

La projection peut être effectuée avec au moins deux couleurs différentes, voire au moins trois couleurs différentes, notamment avec une couleur indiquant s'il s'agit d'un hors-profil ou d'un sous-profil. Dans un mode de réalisation, la projection est effectuée avec au moins trois couleurs différentes, notamment avec un dégradé. La projection peut par exemple comporter un dégradé permettant de transmettre une information concernant la profondeur à creuser ou à remplir de béton projeté.

L'étape e) peut comporter un affichage en réalité virtuelle ou augmentée de l'information, par exemple avec un dispositif de réalité virtuelle, notamment un casque de réalité virtuelle, des lunettes de réalité augmentée ou encore une tablette équipée pour la réalité augmentée. En variante encore, elle peut se faire par affichage sur un écran.

L'étape a) de géoréférencement peut comporter une étape a1) de positionnement de cibles dans l'excavation, chacune à un emplacement connu, et une étape a2) de détermination du positionnement du dispositif d'acquisition par rapport auxdites cibles préalablement positionnées.

On peut par exemple utiliser un tachéomètre placé sur le châssis du dispositif, afin de géoréférencer le châssis du dispositif par rapport aux cibles.

L'étape a1) peut être effectuée par un opérateur qualifié, géomètre ou topographe. L'étape a2) peut être effectuée également avec l'aide d'un opérateur qualifié, géomètre ou topographe. Grâce au procédé selon l'invention, on peut n'avoir besoin d'un

opérateur qualifié, géomètre ou topographe, pour mettre en œuvre le procédé selon l'invention, qu'à une fréquence assez faible, par exemple de plusieurs heures, par exemple au moins toutes les 4h, voire toutes les 5h, mieux toutes les 6h, voire moins, par exemple toutes les 7h ou toutes les 8h.

5 Les étapes d'acquisition et/ou de comparaison et/ou d'identification et/ou de génération d'informations peuvent être effectuées sensiblement en temps réel. Par « sensiblement en temps réel », on entend que ces étapes sont effectuées à une vitesse suffisante pour permettre à un utilisateur d'adapter les opérations qu'il effectue dans l'excavation en fonction des informations générées.

10 L'ensemble des étapes du procédé peut être mené sur une durée inférieure à 10 minutes, voire encore inférieure à 3 minutes, étant par exemple de l'ordre de 1 à 2 minutes, voire même de moins d'une minute. La durée du déroulement de l'ensemble des étapes du procédé peut être par exemple de l'ordre de 15 secondes environ.

15 L'étape b) d'acquisition peut être renouvelée au moins toutes les 2 heures, mieux toutes les heures, voire toutes les 30 minutes, notamment avec un intervalle inférieur à 20 minutes, mieux inférieur à 10 minutes, voire encore inférieure à 3 minutes, étant par exemple de l'ordre de 1 à 2 minutes, voire même moins d'une minute, par exemple de moins de 30 s, voire moins de 20 s, mieux encore moins de 10 s. L'étape b) d'acquisition peut être renouvelée toutes les 5 s voire même toutes les 2 s.

20 On peut commander au moyen de la cartographie établie à l'étape e), notamment automatiquement, un outil d'excavation ou de projection de béton en fonction du ou des écarts identifiés. L'outil d'excavation ou de projection de béton peut notamment être un outil de creusement ou un outil de fabrication additive. L'outil de fabrication additive peut être guidé par l'utilisateur ou en mode automatique. Il peut s'agir par
25 exemple d'un dispositif d'impression 3D.

L'excavation peut être un tunnel en construction, et la surface à contrôler plus particulièrement la voûte dudit tunnel et/ou le front de taille dudit tunnel. Dans un mode de réalisation, la surface à contrôler de l'excavation est la voûte d'un tunnel en construction.

30 En complément, on peut mettre à profit les éléments matériels nécessaires à l'étape e) pour générer au moins une information, notamment à destination d'un opérateur, et l'afficher pour un opérateur, en fonction d'un retour d'informations d'un outil d'excavation ou de projection de béton utilisé. Il peut s'agir par exemple d'une instruction

concernant l'outil à utiliser, ou de changer d'outil, en fonction du retour de force dans l'outil, de la pression d'huile dans l'outil, de l'énergie consommée par l'outil. Par exemple, dans le cas où la fraise utilisée semble être inadaptée, on peut donner une instruction de passer à une fraise plus petite ou plus grosse.

- 5 L'information générée peut comporter une indication sur le mode d'abattage à utiliser, notamment sur un ordre de priorité des zones à abattre, auquel cas l'affichage peut s'effectuer sur la voûte ou en superposition à la voûte, ou sur la méthode de creusement à utiliser.

Ensemble

- 10 L'invention a encore pour objet un ensemble pour la mise en œuvre du procédé tel que décrit ci-dessus, comportant un premier dispositif d'acquisition configuré pour être déplacé en plusieurs points de mesure dans l'excavation.

Le premier dispositif d'acquisition peut comporter un dispositif de mesure optique. Le dispositif de mesure optique peut notamment comporter un émetteur laser et/ou
15 un récepteur laser.

Le dispositif de mesure optique, notamment par laser, peut être configuré pour scanner l'excavation en continu.

Procédé d'assistance à la réalisation d'un élément d'ouvrage

- 20 L'invention a encore pour objet un procédé d'assistance à la réalisation d'un élément d'ouvrage ayant une forme prédéfinie et destiné à être disposé dans une excavation, dans lequel on réalise ledit élément d'ouvrage par fabrication additive en fonction d'un écart éventuel identifié grâce à un procédé tel que défini plus haut.

L'élément d'ouvrage peut par exemple être un solin, un renfort, un élément architectural, cette liste n'étant pas limitative.

- 25 **Procédé d'excavation**

L'invention a encore pour objet un procédé d'excavation, dans lequel on procède au creusement d'une excavation en fonction d'un écart éventuel identifié grâce à un procédé tel que défini plus haut.

- 30 L'excavation est de préférence un tunnel en construction, et la surface à contrôler plus particulièrement la voûte dudit tunnel et/ou le front de taille dudit tunnel. Dans un mode de réalisation, la surface à contrôler de l'excavation est la voûte d'un tunnel en construction.

Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape consistant à procéder à un abattage mécanique de certaines roches de l'excavation en construction, et notamment d'un tunnel en construction, et plus particulièrement de la voûte dudit tunnel et/ou du front de taille dudit tunnel, en fonction du ou des écarts identifiés.

5 Dans un mode de réalisation, on procède à un abattage mécanique de certaines roches de la voûte d'un tunnel en construction.

Le procédé selon l'invention peut comporter l'étape consistant à générer lesdites informations concernant un écart éventuel identifié entre la deuxième topographie acquise et le modèle de référence, en fonction d'un retour d'informations d'un outil
10 d'excavation ou de projection de béton utilisé.

L'information générée peut comporter une information sur le mode d'abattage à utiliser, notamment sur un ordre de priorité des zones à abattre ou à combler, notamment en béton projeté, ou sur la méthode de creusement à utiliser.

Description des figures

15 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront à la lecture de la description qui va suivre, d'exemples de mise en œuvre non limitatifs de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- La figure 1 est une vue en coupe transversale, schématique et partielle, d'un chantier d'excavation conforme à l'état de la technique,
- 20 - La figure 2 est une vue en perspective, schématique et partielle, d'un dispositif de géolocalisation conforme à l'état de la technique,
- La figure 3 est une vue en coupe longitudinale du chantier d'excavation de la figure 1 conforme à l'état de la technique,
- La figure 4a est un schéma en blocs illustrant le procédé de l'invention selon
25 un premier mode de réalisation,
- La figure 4b est un schéma en blocs illustrant le procédé de l'invention selon un deuxième mode de réalisation,
- Les figures 5a et 5b sont des vues en perspective, schématiques et partielles, d'un chantier d'excavation conforme à l'invention,
- 30 - La figure 6 en est une vue de dessus en coupe longitudinale,
- Les figures 7a et 7b sont des vues en coupe transversale, schématique et partielles, du chantier d'excavation des figures 5a, 5b et 6,

- La figure 8 est une vue analogue à la figure 3 illustrant un mode d'abattage particulier,
- La figure 9a en est une vue en coupe transversale, schématique et partielle, et
- Les figures 9b et 9c sont des vues analogues à la figure 9a de variantes de réalisation.

Etat de la technique

On a illustré aux figures 1 et 2 la mise en œuvre d'un chantier d'excavation conforme à l'état de la technique, dans lequel on creuse l'excavation E au moyen d'un brise-roches hydraulique BRH. En variante, on pourrait utiliser la méthode de tirs à l'explosif.

En fonction du profil recherché pour l'excavation, dit « profil théorique » PT, on obtient des hors-profils HP et des sous-profils SP qu'il est nécessaire d'identifier puis de corriger.

A cet effet, le topographe utilise une station totale, formée d'un tachéomètre T amélioré accompagné de cibles C, tels qu'illustrés à la figure 2, que le topographe vient disposer dans l'excavation E en creusement. Il peut par exemple projeter une série de points lasers sur le front de taille et quelques points sur la voûte pour identifier les hors-profils et les sous-profils, au fur et à mesure de l'avancement du creusement. Ainsi, le topographe guide les opérateurs tout au long des travaux, et il doit être présent au moins à chaque phase de creusement pour garantir une bonne qualité de l'excavation.

A chaque phase, on corrige les hors-profils HP et les sous-profils SP par creusement complémentaire ou par comblement en injectant du béton projeté (BP).

Dans tous les cas, on projette en outre une ou plusieurs couches de béton BP sur la V1 ou les deux V1, V2 dernières volées attenantes au front de taille F, comme illustré à la figure 3, avant, éventuellement, de disposer un boulonnage de soutènement primaire BS. La première couche de béton projeté peut être d'environ 5 cm d'épaisseur, tandis que la deuxième couche peut atteindre 5 à 25 cm d'épaisseur, étant projetée par couches de 10 cm environ. Cela permet une sécurisation temporaire de la voûte.

Ensuite, on met éventuellement en place un ou plusieurs cintres métalliques de soutènement. Le béton projeté permet de combler les hors-profils afin que les cintres s'appuient bien sur la paroi et que les efforts soient transmis, sécurisant ainsi la voûte.

Ensuite, on pourra mettre en place un revêtement définitif en béton coulé.

Les cycles d'abattage, ou passes, ont en principe pour profondeur la distance entre deux cintres, par exemple entre 0,80 et 1,50 mètres.

Dans le cas d'un creusement par tirs à l'explosif, qui peut être utile dans le cas
5 où le terrain présente une résistance plus élevée, une volée de tir définit une longueur d'excavation linéaire, et peut mesurer entre 1,2 et 5,8 mètres.

De manière générale, une passe peut avoir une profondeur de 0,5 à 6 m, voire de 1 à 5 m, étant de l'ordre de 2 m environ.

On va maintenant décrire en détails l'ensemble et le procédé selon l'invention.

10 On a illustré aux figures 4a à 7b la mise en œuvre d'un procédé d'excavation selon l'invention, dans lequel on procède au creusement d'une excavation E. L'excavation est ici un tunnel en construction, et la surface à contrôler plus particulièrement la voûte V dudit tunnel et/ou le front de taille F dudit tunnel, comme illustré sur les figures 5a, 5b, 6, 7a et 7b.

15 L'excavation E peut avoir une hauteur comprise sensiblement entre 2 et 12 m, une largeur comprise sensiblement entre 2 et 12 m, et une longueur sensiblement inférieure à 5 m.

Pour guider et contrôler l'avancement des travaux d'excavation, on identifie un écart éventuel entre une topographie acquise B d'un nuage de points de la surface à
20 contrôler de l'excavation et un modèle de référence M.

On procède alors à un abattage mécanique de certaines roches de l'excavation E en construction, et plus particulièrement de la voûte V et/ou du front de taille F, en fonction du ou des écarts identifiés.

Pour identifier les écarts, on peut procéder selon une premier mode de
25 réalisation, illustré à la figure 4a.

On utilise à cet effet un premier dispositif d'acquisition 10 comportant un châssis, un dispositif de mesure optique 11 et un projecteur vidéo 12, ainsi qu'un ordinateur exécutant le logiciel correspondant au procédé selon l'invention, comme illustré à la figure 7a.

30 Le modèle de référence M est préenregistré à l'étape 110 dans le dispositif d'acquisition 10, lequel peut être déplacé en plusieurs points de mesure dans l'excavation au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Le premier dispositif d'acquisition 10 comporte un dispositif de mesure optique 11, lequel comporte un émetteur laser et un récepteur laser. Il peut comporter un théodolite ou un tachéomètre, comportant un distance-mètre laser permettant de mesurer à la fois les angles et les distances, ou encore une station totale, c'est-à-dire mieux automatisée et motorisée.

Le premier dispositif d'acquisition 10 comporte un dispositif de géoréférencement, afin de permettre son géoréférencement à l'étape 100, y compris par des moyens de topographie classiques, dans l'excavation, dans un système de coordonnées générales du chantier.

Le géoréférencement est dans cet exemple effectué au moyen de cibles C dont l'emplacement est préalablement repéré dans l'excavation, par un opérateur qualifié, géomètre ou topographe. Les cibles sont disposées chacune à un emplacement connu, en arrière de la zone d'excavation, par exemple à une quinzaine de mètres en arrière du front de taille, comme illustré sur la figure 5b. Une fois les cibles C disposées dans l'excavation, on repère leur emplacement, puis le premier dispositif d'acquisition 10 peut être installé par un opérateur qualifié dans l'excavation à une position connue, déterminée en visant les cibles, par exemple en déterminant deux angles par rapport à deux cibles dont l'emplacement est connu dans les coordonnées locales, ainsi qu'une distance par rapport à l'une de ces cibles, comme illustré à la figure 6.

A l'étape 200, on acquiert une topographie B d'un nuage de points de la surface à contrôler de l'excavation. On utilise pour cela le dispositif de mesure optique 11 comportant un émetteur laser et récepteur laser, pouvant mesurer à la fois les angles et les distances à fréquence élevée, ce qui lui permet d'obtenir un nuage de points 3D dense. Ce type de dispositif est couramment appelé « scanner 3D ». Il est dans un mode de réalisation configuré pour scanner l'excavation en continu.

Un nuage de point peut comporter une résolution minimale de 100 points/m², c'est-à-dire environ au moins un point tous les 10 cm.

Cette acquisition peut se faire dans une première variante de réalisation dans le système de coordonnées générales au moyen du dispositif d'acquisition 10 préalablement géoréférencé.

On peut procéder en variante selon un deuxième mode de réalisation, illustré à la figure 4b.

Dans cet exemple, on peut utiliser un deuxième dispositif d'acquisition tel qu'un scanner laser de topographie. Le deuxième dispositif d'acquisition peut aussi être confondu avec le dispositif d'acquisition 10.

5 Il comporte un dispositif de mesure optique 11, lequel comporte un émetteur laser et un récepteur laser. Il est dans un mode de réalisation configuré pour scanner l'excavation en continu. Autrement dit, au fur et à mesure de l'avancement des travaux exécutés par un opérateur, le dispositif d'acquisition 10 contrôle leur avancement et guide l'opérateur pour la suite des opérations.

10 Dans cette deuxième variante de réalisation, l'acquisition de l'étape 200 peut être faite dans un système de coordonnées locales du deuxième dispositif d'acquisition de ladite deuxième topographie B. La topographie B comporte alors une surface commune avec une topographie A préalablement acquise à une étape 250 d'un premier nuage de points d'une portion de la surface de l'excavation, un traitement ayant été effectué pour géoréférencer le premier nuage de points dans le système de coordonnées générales du
15 chantier.

L'acquisition préalable de la topographie A peut être faite par le deuxième dispositif d'acquisition tel qu'un scanner laser de topographie. Un assemblage automatique entre les premier et deuxième nuages de points des topographies A et B permet de passer la topographie B dans le système de coordonnées générales de A.

20 Cette étape 250 peut être réalisée à intervalles réguliers mais assez éloignés par une personne qualifiée telle qu'un géomètre. Elle peut par exemple être mise en œuvre une à deux fois par semaine seulement, dans la mesure où l'avancement quotidien des travaux peut être de l'ordre de 1 à 5 m, étant notamment de l'ordre de 2 m. Dans cette étape 250, on peut utiliser des cibles servant de repère, comme décrit plus haut. A l'étape 300, on
25 cherche à obtenir le géoréférencement dans le système de coordonnées générales du chantier de la topographie B acquise.

A cet effet, on peut utiliser dans la première variante de réalisation le géoréférencement du premier dispositif d'acquisition préalablement effectué, ou dans la deuxième variante de réalisation un assemblage du deuxième nuage de points, obtenu dans
30 le système de coordonnées du deuxième dispositif d'acquisition, avec le premier nuage de points préalablement géoréférencé dans le système de coordonnées générales du chantier.

Afin de faciliter la réalisation de cette étape 300 de traitement, on peut par exemple donner quelques contraintes, telles que le positionnement du premier dispositif d'acquisition dans l'excavation, ou encore l'orientation dans celle-ci.

5 Dans cette étape 300 de traitement, on cherche à déterminer les portions communes aux deux nuages de points A et B, en segmentant le nuage de point B pour conserver les parties communes. La partie commune est en principe la portion de voûte s'étendant en arrière du front de taille.

10 Enfin, dans une étape 400, on compare la topographie acquise B à un modèle de référence M géoréférencé dans le système de coordonnées générales, puis on identifie un écart éventuel entre la topographie acquise B et le modèle de référence M, qui a été préalablement enregistré dans le dispositif d'acquisition 10 à l'étape 110. On identifie ainsi des zones comportant des hors-profils HP ou des sous-profils SP à corriger.

A cet effet, on calcule la distance entre les points du nuage de points de la topographie acquise B et les points du modèle de référence M.

15 Dans une étape 500 suivante, on génère à destination d'un utilisateur au moins une information concernant l'écart éventuel identifié. L'utilisateur peut être l'opérateur manipulant le BRH par exemple. A l'étape 500, on obtient ainsi l'élaboration et la transmission d'une cartographie de l'excavation contrôlée.

20 L'étape 500 comporte dans l'exemple illustré aux figures 7a et 7b une projection de lumière sur la surface à contrôler de l'excavation avec le projecteur vidéo 12. L'étape 500 permet ainsi de communiquer au moins une cartographie de la comparaison effectuée à l'opérateur travaillant dans l'excavation E.

A cette étape 500, on procède à une projection du nuage de points dans le plan focal du projecteur vidéo 12, pour projeter ensuite l'image sur la surface de l'excavation E.
25 On peut ainsi obtenir un flux d'images 570.

La projection est dans l'exemple décrit effectuée par le dispositif d'acquisition 10 avec deux couleurs différentes. Elle pourrait aussi comporter de 2 à 5 couleurs, par exemple.

30 Il peut être nécessaire dans une étape 550 de calibrer le ou les projecteurs vidéos, pour connaître sa position par rapport au nuage de points, et ainsi son plan focal. Pour ce faire, on peut procéder à une calibration en laboratoire, puis à un changement de

repères. Autrement dit, on calcule la position du projecteur vidéo par rapport au dispositif d'acquisition dont on connaît la position.

Dans le cas où l'opérateur est en train de manipuler le BRH et est en train d'excaver, l'une des couleurs peut servir à indiquer les sous-profils SP, pour lesquels il faut continuer à excaver, et l'autre pour indiquer que la zone correspondante est suffisamment excavée, comme illustré à la figure 7a.

Lorsque l'opérateur est en train d'excaver, on place de préférence le dispositif d'acquisition ailleurs que directement en dessous de la zone de travail, afin d'éviter tout endommagement de celui-ci.

Dans le cas où l'opérateur est en train de combler les hors-profils HP avec du béton projeté, l'une des couleurs peut servir à indiquer les hors-profils HP, pour lesquels il faut continuer à projeter du béton, et l'autre peut servir à indiquer que la zone correspondante est suffisamment comblée, comme illustré à la figure 7b.

Le dispositif d'acquisition permet également de contrôler pendant la projection de béton la présence de sous-profils SP générés par le béton projeté.

Les zones contrôlées et traitées par projection de béton peuvent être la première volée ou passe V1 proche du front de taille, ainsi que la deuxième volée ou passe V2 adjacente à la volée ou passe V1. Un tel contrôle permet de projeter une épaisseur constante et minimale de béton sur la voûte.

En parallèle à l'étape 500, le procédé comporte une étape 600 de validation de l'avancement du chantier, dans laquelle on utilise le contrôle de l'avancement du chantier décrit ci-dessus pour lever des points d'arrêts prédéfinis quant à la qualité du chantier d'excavation. Une fois les points d'arrêt levés pour une passe, on peut le cas échéant installer un coffrage ou des cintres.

Durant cette étape, le dispositif d'acquisition 10 peut être disposé juste en retrait de la zone de travail, à environ 2,5 m du front de taille.

On peut ensuite entamer la passe suivante. A cet effet, le dispositif d'acquisition 10 peut être déplacé dans l'excavation, et son géoréférencement automatique renouvelé.

Le dispositif d'acquisition 10 permet également d'obtenir un relevé topographique définitif des travaux effectués.

Les étapes d'acquisition et/ou de comparaison et/ou d'identification et/ou de génération d'informations 200 à 500 sont effectuées sensiblement en temps réel et pendant les opérations d'excavation, de creusement et d'injection de béton. La durée du déroulement de l'ensemble des étapes du procédé peut être par exemple de l'ordre de 5
5 secondes environ.

L'information générée à l'étape 500 peut comporter une information sur le mode d'abattage à utiliser, notamment sur un ordre de priorité des zones à abattre ou à combler en béton projeté, ou sur la méthode de creusement à utiliser. Le mode d'abattage à utiliser peut notamment dépendre de la nature du terrain dans lequel l'excavation est
10 réalisée.

Dans le cas d'un terrain meuble ou très instable, on creuse en premier la partie périphérique S proche de la voûte V, en laissant un ventre Ve au centre qui aide à maintenir le terrain, comme illustré aux figures 8 et 9a.

Dans le cas d'un terrain stable, on procède par passes en commençant par le
15 bas afin de décompresser le terrain et faciliter le creusement, comme illustré à la figure 9b.

Enfin, dans le cas d'une excavation ayant une grande section, on excave par demi-sections afin de limiter la durée d'ouverture du terrain, en commençant par le bas pour chaque demi-section, comme illustré à la figure 9c.

La présente invention ne concerne pas le creusement d'excavation avec un
20 tunnelier.

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle et/ou de guidage de la réalisation d'une excavation (E), comportant les étapes suivantes :

5 a) (i) géoréférencer (100) un premier dispositif d'acquisition (10) du relief dans l'excavation, dans un système de coordonnées générales, ou (ii) acquérir une première topographie (A) d'un premier nuage de points d'une portion de la surface de l'excavation (E), notamment par un deuxième dispositif d'acquisition tel qu'un scanner laser de topographie, et effectuer un traitement pour géoréférencer le premier nuage de points dans
10 un système de coordonnées générales,

 b) acquérir (200) une deuxième topographie (B) d'un deuxième nuage de points d'au moins une surface à contrôler de l'excavation, dans le système de coordonnées locales du premier dispositif d'acquisition au moyen du premier dispositif d'acquisition (10) (i) le premier dispositif d'acquisition ayant été préalablement géoréférencé, ou (ii)
15 ladite deuxième topographie (B) comportant une surface commune avec la première topographie (A),

 c) obtenir (300) le géoréférencement dans le système de coordonnées générales de la deuxième topographie (B) acquise (i) au moyen du géoréférencement du premier dispositif d'acquisition préalablement effectué, ou (ii) par assemblage du deuxième nuage
20 de points, obtenu dans le système de coordonnées du premier dispositif d'acquisition, avec le premier nuage de points de la première topographie (A) géoréférencée dans le système de coordonnées générales,

 d) comparer (400) la deuxième topographie acquise (B) à un modèle de référence (M) géoréférencé dans le système de coordonnées générales, puis identifier un
25 écart éventuel entre la deuxième topographie acquise (B) et le modèle de référence (M),

 e) Générer (500) à destination d'un utilisateur au moins une information concernant l'écart éventuel identifié, l'étape e) comportant une projection de lumière sur la surface à contrôler de l'excavation, ou comportant un affichage sur un écran, ou comportant un affichage en réalité virtuelle ou augmentée de l'information.

30 2. Procédé selon la revendication précédente, l'étape e) comportant une projection de lumière sur la surface à contrôler de l'excavation, notamment pour signaler un hors-profil ou un sous-profil.

3. Procédé selon la revendication précédente, la projection étant effectuée avec au moins deux couleurs différentes, voire au moins trois couleurs différentes, notamment avec une couleur indiquant s'il s'agit d'un hors-profil ou d'un sous-profil.

5 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'étape e) comportant un affichage en réalité virtuelle ou augmentée de l'information, notamment avec un dispositif de réalité virtuelle, notamment un casque de réalité virtuelle, des lunettes de réalité augmentée ou encore une tablette équipée pour la réalité augmentée.

10 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape a) (i) de géoréférencement comporte une étape a1) de positionnement de cibles (C) dans l'excavation, chacune à un emplacement connu, et une étape a2) de détermination du positionnement du dispositif d'acquisition (10) par rapport auxdites cibles (C) préalablement positionnées.

15 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les étapes d'acquisition (200) et/ou de comparaison (400) et/ou d'identification et/ou de génération (500) d'informations sont effectuées sensiblement en temps réel.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on commande, notamment automatiquement, un outil d'excavation ou de projection de béton en fonction du ou des écarts identifiés.

20 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'excavation est un tunnel en construction, et la surface à contrôler plus particulièrement la voûte dudit tunnel et/ou le front de taille dudit tunnel.

9. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel on génère au moins une information, notamment à destination d'un opérateur, en fonction d'un retour d'informations d'un outil d'excavation ou de projection de béton utilisé.

25 10. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel l'information générée comporte une indication sur le mode d'abattage à utiliser, notamment sur un ordre de priorité des zones à abattre ou sur la méthode de creusement à utiliser.

30 11. Ensemble pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un premier dispositif d'acquisition (10) configuré pour être déplacé en plusieurs points de mesure dans l'excavation.

12. Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel le premier dispositif d'acquisition (10) comporte un dispositif de mesure optique (11).

13. Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de mesure optique (11), notamment par laser, est configuré pour scanner l'excavation en continu.

14. Procédé d'assistance à la réalisation d'un élément d'ouvrage ayant une forme prédéfinie et destiné à être disposé dans une excavation, dans lequel on réalise ledit élément d'ouvrage par fabrication additive en fonction d'un écart éventuel identifié grâce à un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

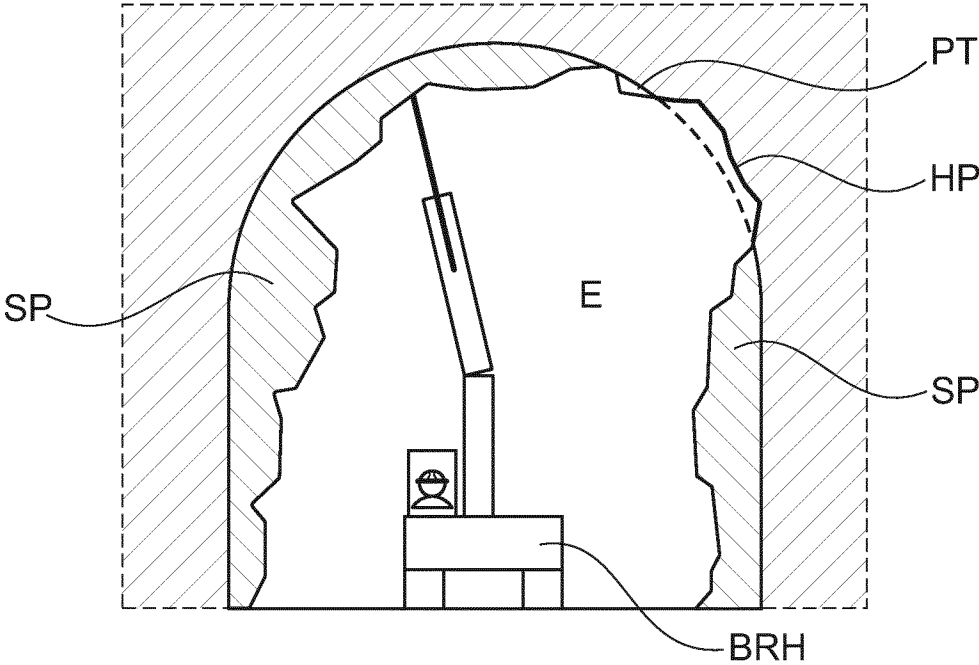
15. Procédé d'excavation, dans lequel on procède au creusement d'une excavation en fonction d'un écart éventuel identifié grâce à un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

16. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel on procède à un abattage mécanique de certaines roches de l'excavation en construction, et notamment d'un tunnel en construction, et plus particulièrement de la voûte dudit tunnel et/ou du front de taille dudit tunnel, en fonction du ou des écarts identifiés.

17. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel on génère lesdites informations concernant un écart éventuel identifié entre la deuxième topographie acquise et le modèle de référence, en fonction d'un retour d'informations d'un outil d'excavation ou de projection de béton utilisé.

18. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel l'information générée comporte une information sur le mode d'abattage à utiliser, notamment sur un ordre de priorité des zones à abattre ou à combler, notamment en béton projeté, ou sur la méthode de creusement à utiliser.

1/6



ETAT DE LA TECHNIQUE

Fig. 1

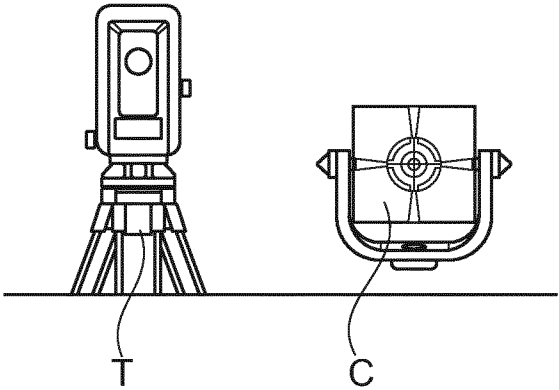


Fig. 2

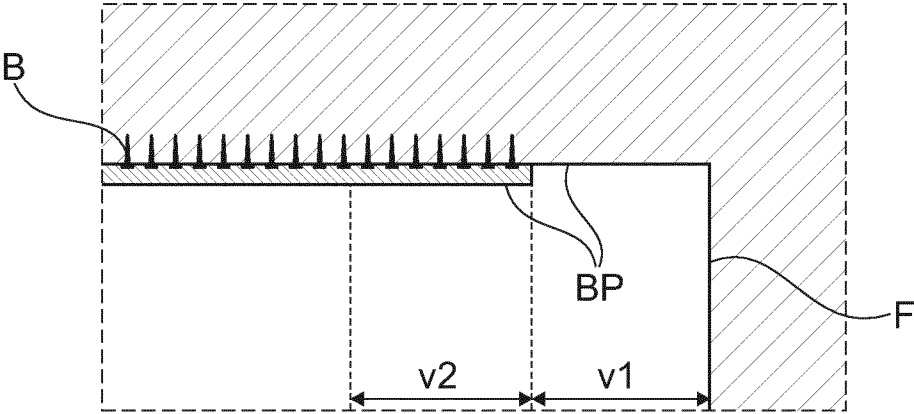


Fig. 3

2/6

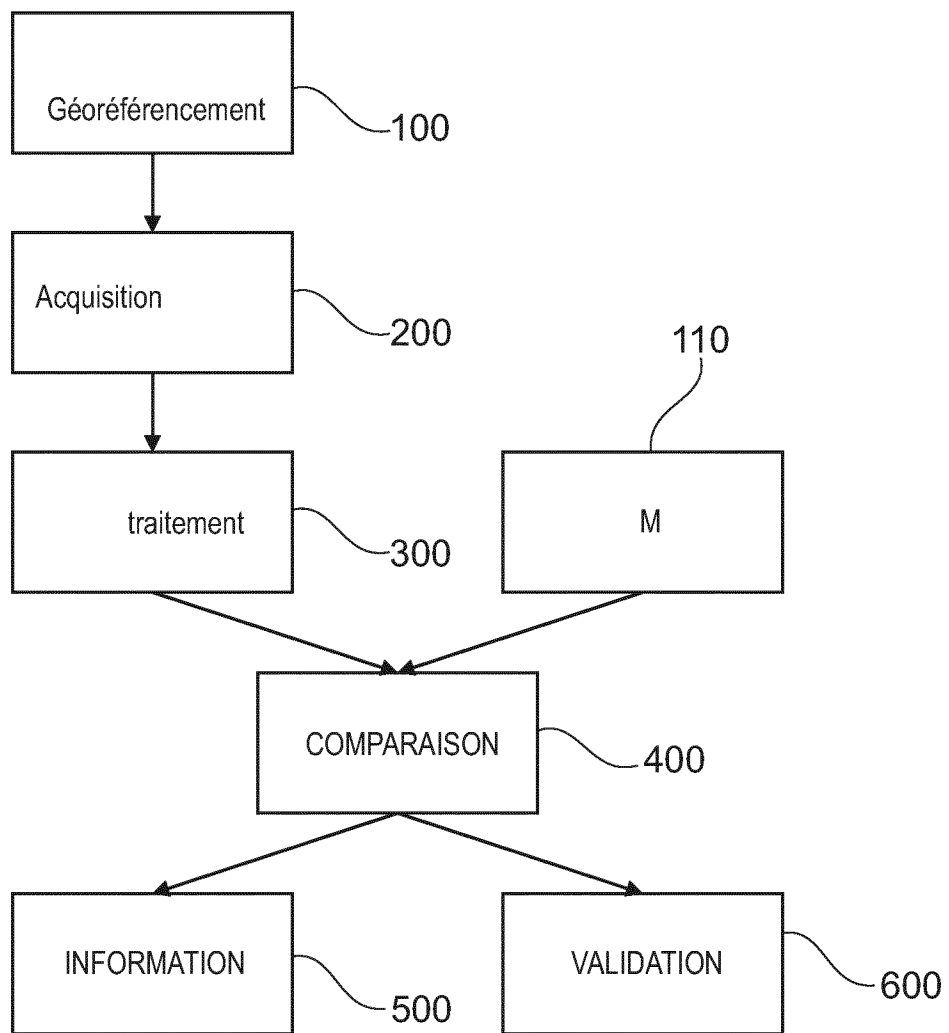


Fig. 4a

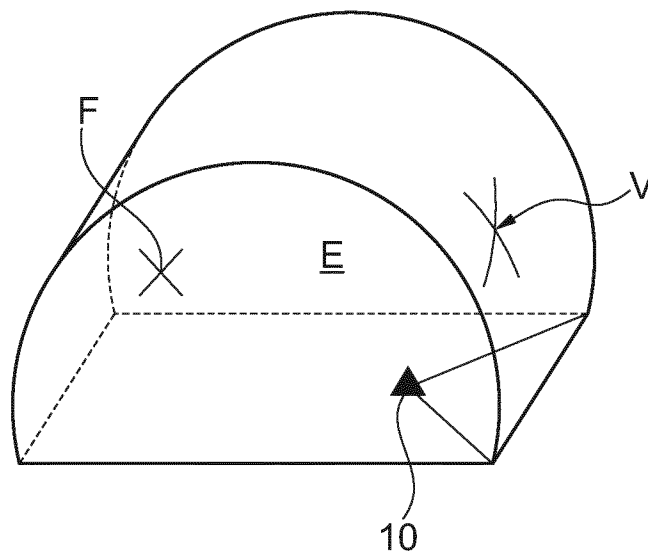


Fig. 5a

3/6

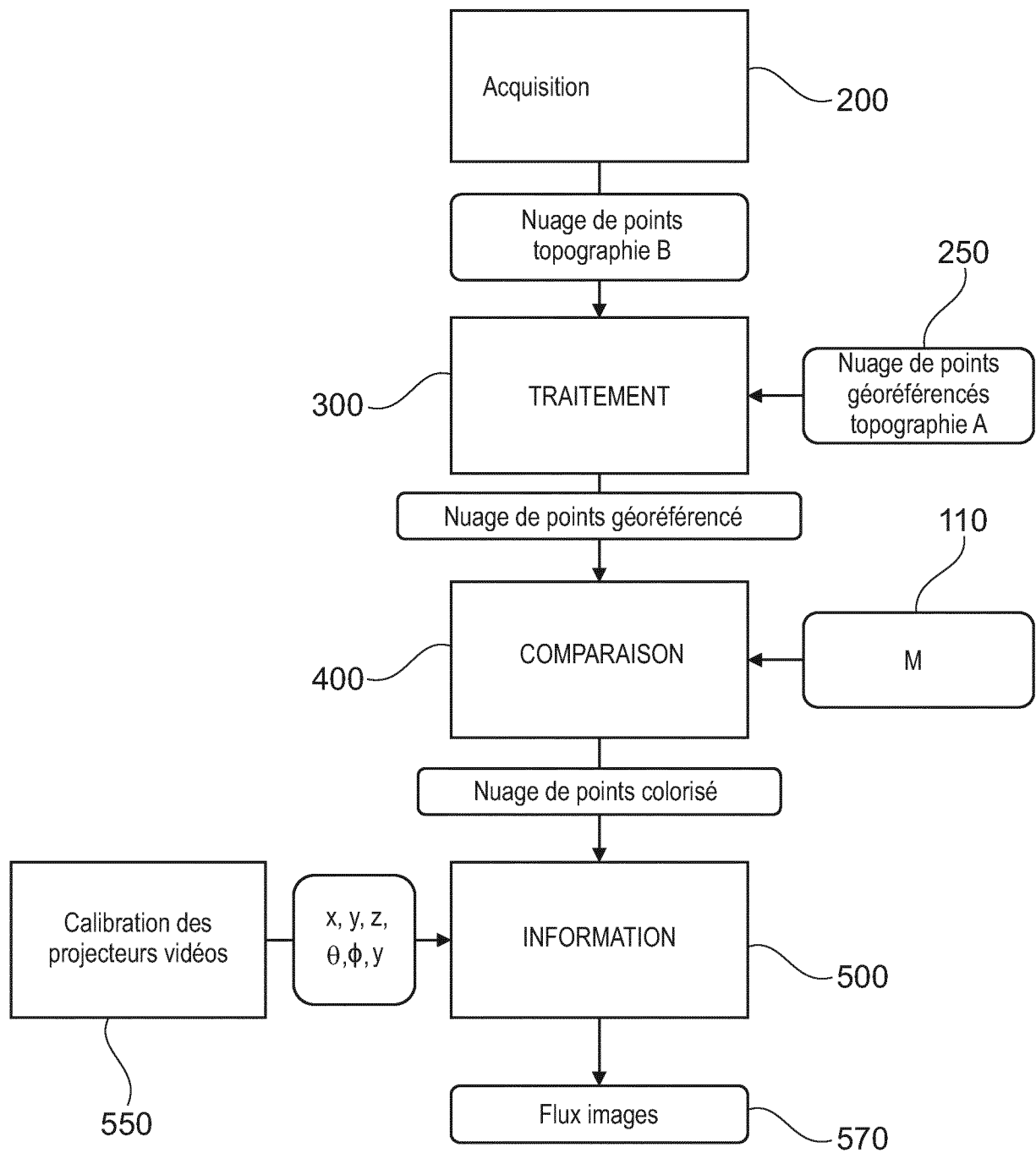


Fig. 4b

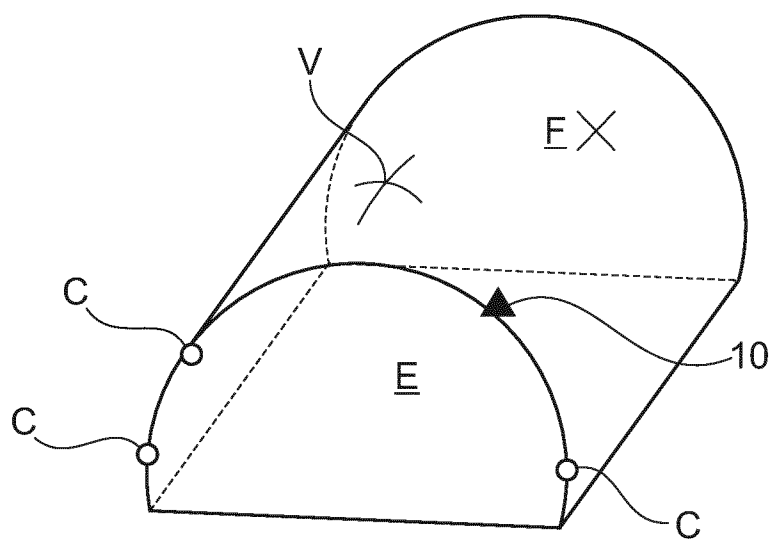


Fig. 5b

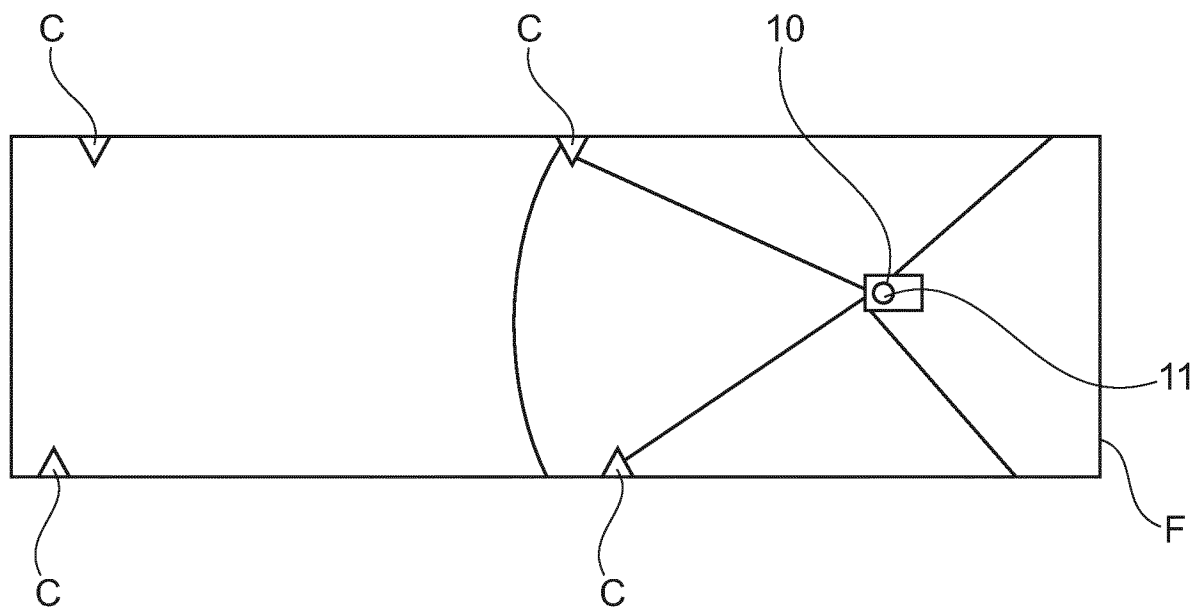


Fig. 6

5/6

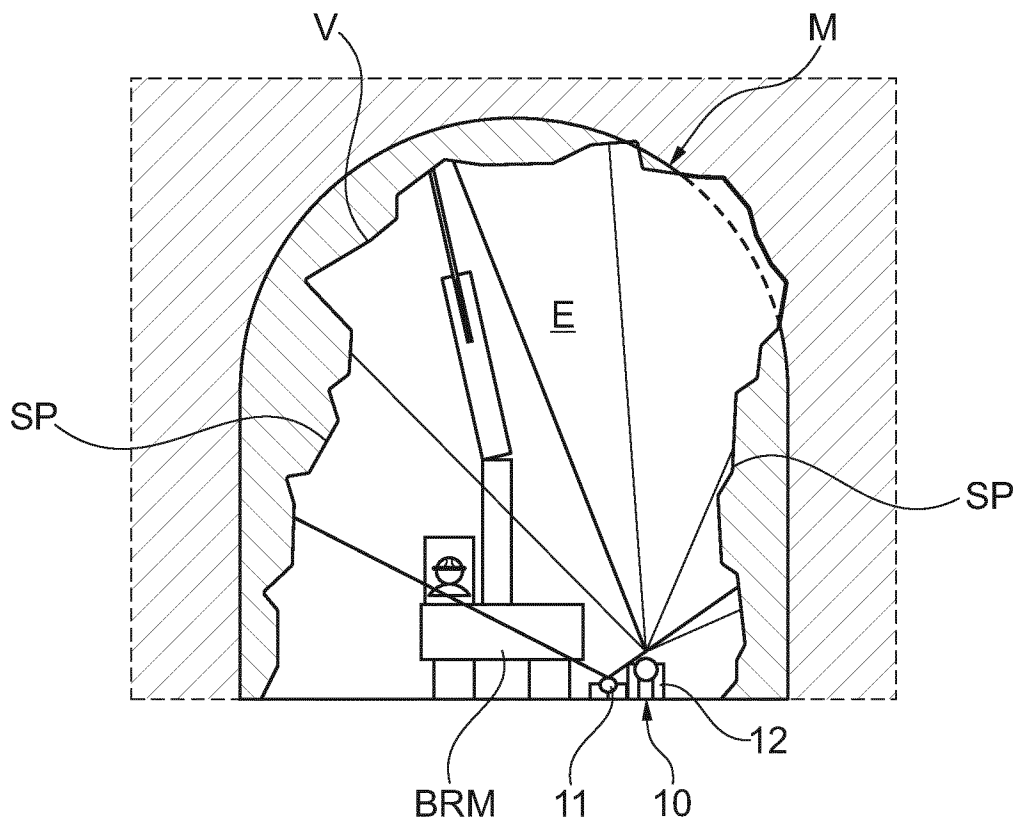


Fig. 7a

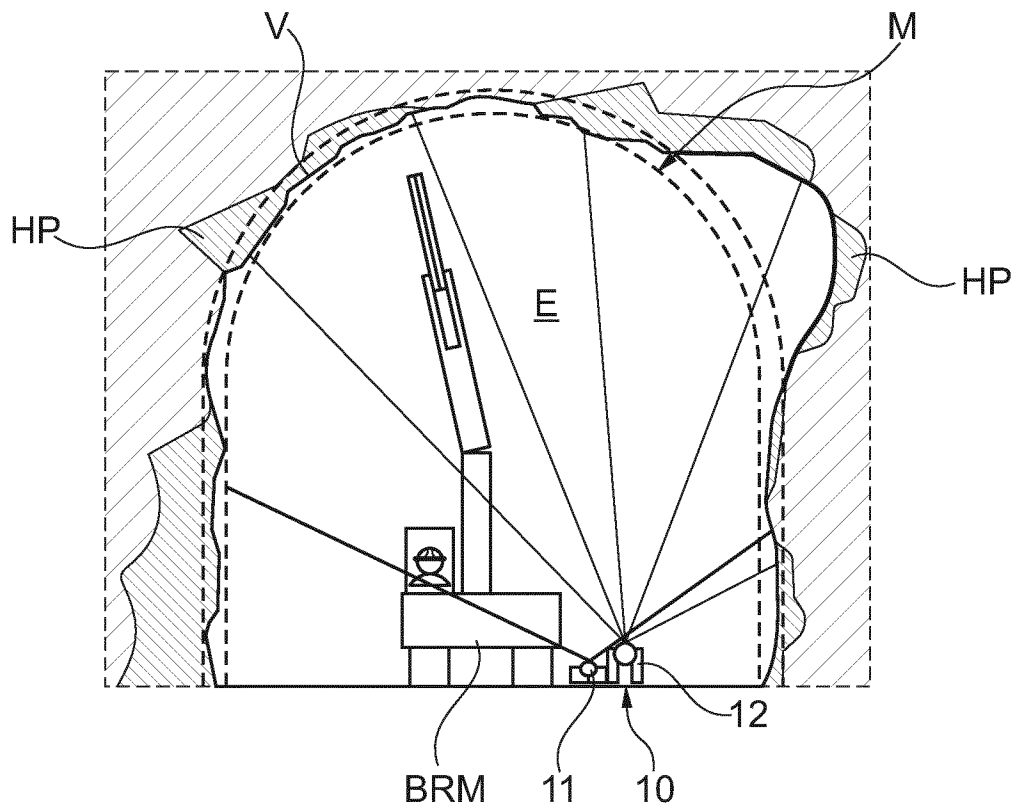


Fig. 7b

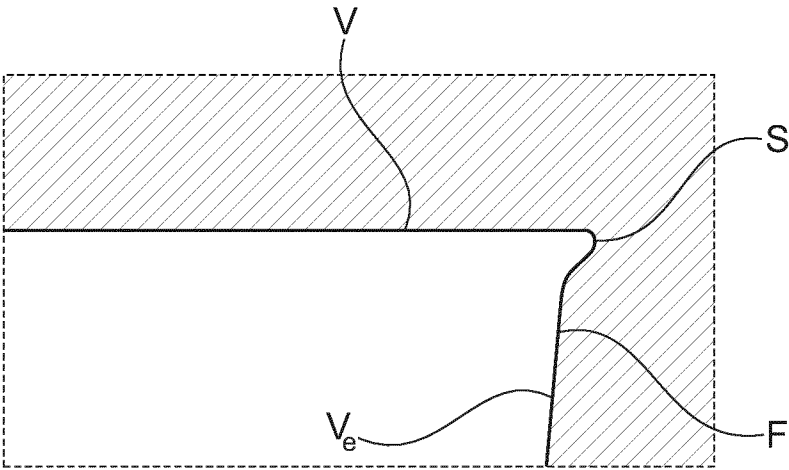


Fig. 8

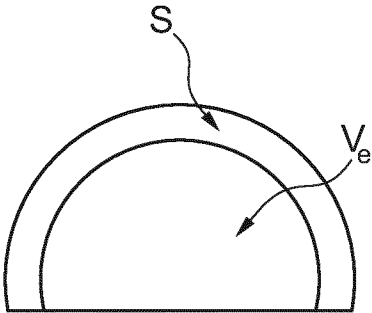


Fig. 9a

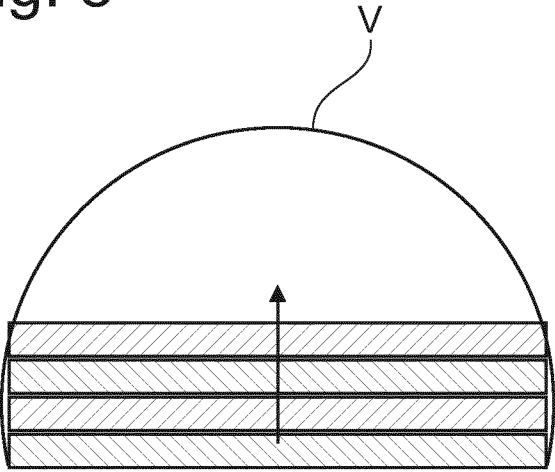


Fig. 9b

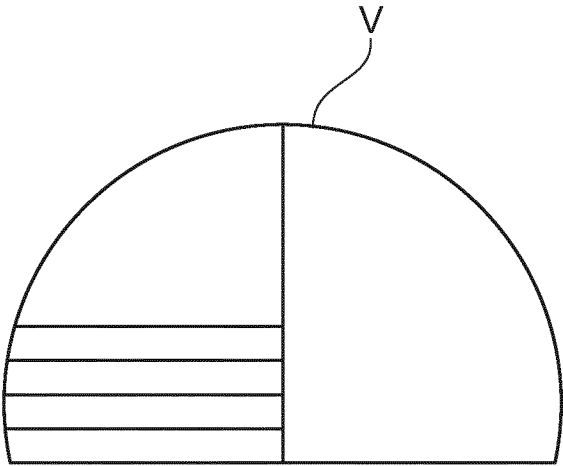


Fig. 9c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/080351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. E21D9/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 329 689 A1 (MORGAN EST PLC [GB]; BETON UND MONIERBAU GESMBH [AT]) 23 July 2003 (2003-07-23)	1-8, 11-16
Y	paragraphs [0011], [0016], [0018]; figure 4	9,10,17, 18
X	----- M. EDHAMMER ET AL: "Benefits of Advanced Technology in Underground Mining", 11TH UNDERGROUND OPERATORS' CONFERENCE / CANBERRA, ACT, 21 - 23 MARCH 2011, 1 January 2011 (2011-01-01), pages 283-291, XP055414180,	1-8, 11-16
Y	page 287, column 2; figure 3	9,10,17, 18
X	----- WO 2015/107070 A1 (SANDVIK MINING & CONSTR OY [FI]) 23 July 2015 (2015-07-23) the whole document ----- -/-	1-8, 11-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December 2018

Date of mailing of the international search report

19/12/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ott, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/080351

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WARNEKE J ET AL: "Use of a 3-D scanning laser to quantify drift geometry and overbreak due to blast damage in underground manned entries", PROCEEDINGS OF THE 1ST CANADA-US ROCK MECHANICS SYMPOSIUM - ROCK MECHANICS MEETING SOCIETY'S CHALLENGES AND DEMANDS - PROCEEDINGS OF THE 1ST CANADA-US ROCK MECHANICS SYMPOSIUM - ROCK MECHANICS MEETING SOCIETY'S CHALLENGES AND DEMANDS 2007 TAYLOR AND FR, vol. 1, 1 January 2007 (2007-01-01), pages 93-100, XP009500651, ISBN: 978-0-415-44401-9 page 8, line 6 page 15, line 4; figure 11 -----	1-8, 11-16
X	EP 1 302 625 A1 (INTERMETRIC GES FUER INGENIEUR [DE]) 16 April 2003 (2003-04-16) cited in the application the whole document -----	1-8, 11-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/080351

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1329689	A1	23-07-2003	AT 548632 T 15-03-2012
		EP 1329689 A1	23-07-2003
		US 2003145658 A1	07-08-2003

WO 2015107070	A1	23-07-2015	AU 2015206033 A1 14-07-2016
			AU 2015206034 A1 14-07-2016
			AU 2015206035 A1 14-07-2016
			CA 2936491 A1 23-07-2015
			CA 2936683 A1 23-07-2015
			CA 2936686 A1 23-07-2015
			CL 2016001754 A1 20-01-2017
			CN 105917067 A 31-08-2016
			EA 201691137 A1 30-12-2016
			EP 3094805 A1 23-11-2016
			JP 6273041 B2 31-01-2018
			JP 2017503100 A 26-01-2017
			KR 20160106753 A 12-09-2016
			PE 09752016 A1 06-10-2016
			US 2016333690 A1 17-11-2016
			US 2016333691 A1 17-11-2016
			US 2016341041 A1 24-11-2016
			WO 2015106799 A1 23-07-2015
			WO 2015107068 A1 23-07-2015
			WO 2015107069 A1 23-07-2015
			WO 2015107070 A1 23-07-2015

EP 1302625	A1	16-04-2003	AT 256819 T 15-01-2004
			DE 50101212 D1 29-01-2004
			EP 1302625 A1 16-04-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2018/080351

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. E21D9/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) E21D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 329 689 A1 (MORGAN EST PLC [GB]; BETON UND MONIERBAU GESMBH [AT]) 23 juillet 2003 (2003-07-23)	1-8, 11-16
Y	alinéas [0011], [0016], [0018]; figure 4	9,10,17, 18

X	M. EDHAMMER ET AL: "Benefits of Advanced Technology in Underground Mining", 11TH UNDERGROUND OPERATORS' CONFERENCE / CANBERRA, ACT, 21 - 23 MARCH 2011, 1 janvier 2011 (2011-01-01), pages 283-291, XP055414180,	1-8, 11-16
Y	page 287, colonne 2; figure 3	9,10,17, 18

X	WO 2015/107070 A1 (SANDVIK MINING & CONSTR OY [FI]) 23 juillet 2015 (2015-07-23) le document en entier	1-8, 11-16

-/-		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
10 décembre 2018	19/12/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Ott, Stéphane

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WARNEKE J ET AL: "Use of a 3-D scanning laser to quantify drift geometry and overbreak due to blast damage in underground manned entries", PROCEEDINGS OF THE 1ST CANADA-US ROCK MECHANICS SYMPOSIUM - ROCK MECHANICS MEETING SOCIETY'S CHALLENGES AND DEMANDS - PROCEEDINGS OF THE 1ST CANADA-US ROCK MECHANICS SYMPOSIUM - ROCK MECHANICS MEETING SOCIETY'S CHALLENGES AND DEMANDS 2007 TAYLOR AND FR, vol. 1, 1 janvier 2007 (2007-01-01), pages 93-100, XP009500651, ISBN: 978-0-415-44401-9 page 8, ligne 6 page 15, ligne 4; figure 11 -----	1-8, 11-16
X	EP 1 302 625 A1 (INTERMETRIC GES FUER INGENIEUR [DE]) 16 avril 2003 (2003-04-16) cité dans la demande le document en entier -----	1-8, 11-16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/080351

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1329689	A1	23-07-2003	AT 548632 T	15-03-2012
			EP 1329689 A1	23-07-2003
			US 2003145658 A1	07-08-2003

WO 2015107070	A1	23-07-2015	AU 2015206033 A1	14-07-2016
			AU 2015206034 A1	14-07-2016
			AU 2015206035 A1	14-07-2016
			CA 2936491 A1	23-07-2015
			CA 2936683 A1	23-07-2015
			CA 2936686 A1	23-07-2015
			CL 2016001754 A1	20-01-2017
			CN 105917067 A	31-08-2016
			EA 201691137 A1	30-12-2016
			EP 3094805 A1	23-11-2016
			JP 6273041 B2	31-01-2018
			JP 2017503100 A	26-01-2017
			KR 20160106753 A	12-09-2016
			PE 09752016 A1	06-10-2016
			US 2016333690 A1	17-11-2016
			US 2016333691 A1	17-11-2016
			US 2016341041 A1	24-11-2016
			WO 2015106799 A1	23-07-2015
			WO 2015107068 A1	23-07-2015
			WO 2015107069 A1	23-07-2015
			WO 2015107070 A1	23-07-2015

EP 1302625	A1	16-04-2003	AT 256819 T	15-01-2004
			DE 50101212 D1	29-01-2004
			EP 1302625 A1	16-04-2003
