



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

1021408 B1

Date de délivrance : 17/11/2015

BREVET D'INVENTION

Date de priorité :

Classification internationale : A61N 5/10

Numéro de dépôt : 2012/0605

Date de dépôt : 11/09/2012

Titulaire :

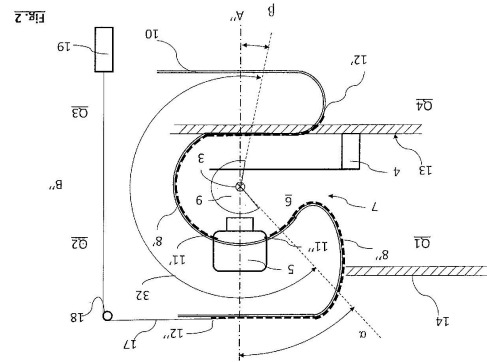
ION BEAM APPLICATIONS S.A.
1348, LOUVAIN-LA-NEUVE
Belgique

Inventeur :

Piret Vincent
5030 Gembloux
Belgique

INSTALLATION DE HADRON-THERAPIE AVEC PLANCHER MOBILE.

Une installation de hadron-thérapie (1) comprend un plancher mobile (8', 8'') sous forme d'une bande déformable guidée dans une structure de guidage (10). Un tronçon inférieur (8') est tractable par l'unité d'irradiation (5) d'une position de garage inférieure vers une position dans laquelle il forme 10 une surface de plancher sensiblement horizontale, lorsque l'unité d'irradiation (5) occupe une première position angulaire (a). Un tronçon supérieur 8'' est tractable par l'unité d'irradiation (5) d'une position de garage supérieure vers une position dans laquelle il forme au moins 15 partiellement ladite surface de plancher sensiblement horizontale, lorsque l'unité d'irradiation (5) occupe une deuxième position angulaire (13). Le tronçon inférieur (8') et le tronçon supérieur (8'') sont des tronçons de longueur finie. Un contrepoids (19) est connecté à l'extrémité libre 20 du tronçon supérieur (8''), de façon à exercer sur ce dernier une force de traction en direction de la position de garage supérieure. (Fig. 2)



5

INSTALLATION DE HADRON-THERAPIE AVEC PLANCHER MOBILE**Domaine technique**

[1] La présente invention concerne à une installation de
10 hadron-thérapie avec plancher mobile.

Description de l'état de la technique

[2] Les récentes techniques de hadron-thérapie pour le
traitement des cancers permettent de délivrer avec précision
15 une dose sur un volume cible, par exemple une tumeur, tout en
préservant les tissus environnants. Une installation de
hadron-thérapie comprend généralement un accélérateur de
particules produisant un faisceau de particules chargées, un
portique rotatif comprenant un moyen de transport du faisceau
20 et une unité d'irradiation. L'unité d'irradiation délivre une
distribution de dose sur le volume cible et comprend
généralement des moyens de contrôle de la dose délivrée, comme
par exemple une chambre d'ionisation, ainsi que des moyens de
contrôle de direction ou de forme du faisceau.

25 [3] Le portique rotatif est apte à tourner autour d'un axe de
rotation horizontal, de sorte à ce que l'unité d'irradiation
puisse délivrer un faisceau de traitement selon plusieurs
angles d'irradiation. Les portiques rotatifs des installations
de hadron-thérapie classiques sont généralement conçus pour
30 tourner sur 360° autour d'un axe de rotation horizontal.

[4] L'unité d'irradiation rotative forme saillie dans une
chambre de traitement à travers un passage fermé au moins
partiellement par un plancher mobile. Ce plancher mobile

facilite l'accès du thérapeute près du patient en toute sécurité, tout en permettant la rotation de l'unité d'irradiation. Différents modèles de planchers mobiles ont été développés.

5 [5] Le document US 7,997,553 décrit une installation de hadron-thérapie comprenant un portique rotatif qui supporte une ligne de transport de faisceau terminée par une unité d'irradiation. Une chambre de traitement comprend un passage pour l'unité d'irradiation, qui est couvert au niveau du sol
10 de la chambre de traitement par un plancher mobile. Ce plancher comprend une pluralité de panneaux mobiles disposés les uns à côté des autres. Lors de la rotation du portique, chacun de ces panneaux mobiles est actionné de manière individuelle entre une première position libérant le passage
15 pour l'unité d'irradiation et une seconde position recouvrant le passage autour de l'unité d'irradiation. Un tel plancher nécessite un moyen de contrôle du mouvement d'une pluralité de panneaux en synchronisme avec la rotation du portique. Ces panneaux doivent pouvoir se rétracter et s'étendre dans un
20 laps de temps suffisamment court pour éviter d'une part, une collision entre l'unité d'irradiation et un des panneaux et d'autre part, un risque d'accident dû à une ouverture du passage autour de l'unité d'irradiation pendant un laps de temps trop long. En fonction de la position angulaire de
25 l'unité d'irradiation, il peut toujours subsister un vide entre l'unité d'irradiation et un des panneaux du plancher.

[6] Le document WO2010/076270 décrit également une installation de hadron-thérapie comprenant un portique pouvant tourner autour d'un axe horizontal et supportant une ligne de
30 transport de faisceau terminée par une unité d'irradiation. Une chambre de traitement comprend un plancher horizontal surplombé par une voûte cylindrique. L'unité d'irradiation pénètre dans cette chambre de traitement à travers un passage transversal, qui permet une rotation une rotation de 360° de

l'unité d'irradiation autour dudit axe horizontal. Un plancher mobile ferme ce passage en formant une surface plane d'accès au niveau du sol de la chambre de traitement, et une paroi de séparation cylindrique au niveau de la voûte. Le plancher mobile proposé se compose d'un plancher principal et deux planchers auxiliaires comprenant chacun une pluralité de plaques transversales rigides reliées les unes aux autres de manière flexible. Le plancher principal est entraîné par le portique et les planchers auxiliaires sont entraînés par l'unité d'irradiation. La configuration de ce plancher mobile ferme entièrement le passage sur 360° dans n'importe quelle position de l'unité d'irradiation. D'autres configurations de planchers mobiles sont discutées dans ce même document, qui est incorporé par référence dans la présente demande.

[7] Le document WO2010/076270 présente aussi un mécanisme pour raccorder les planchers auxiliaires à l'unité d'irradiation. Ce mécanisme comprend deux paires de rails de traction agencés de part et d'autre de l'unité d'irradiation. Chacun des deux planchers auxiliaires comprend au moins un joint pivot guidé de façon coulissante dans une de ces paires de rails de traction. La paire de rails de traction guide ce joint pivot selon une trajectoire rectiligne transversale à la direction de déplacement du plancher mobile, et permet ainsi au plancher mobile de prendre des virages entre la partie circulaire et la partie rectiligne de la structure de guidage. Chacun des rails de traction fait aussi partie d'un mécanisme tampon qui permet d'absorber un déplacement résiduel de l'unité d'irradiation, lorsqu'un des planchers auxiliaires se bloque de façon accidentelle. Dans une première exécution, ce mécanisme tampon a la forme d'un parallélogramme déformable, comprenant pour chaque rail un membre fixé à l'unité d'irradiation, un membre parallèle au rail et un membre parallèle au membre fixé à l'unité d'irradiation. Un piston est connecté entre le rail de traction et le membre parallèle

au rail de traction. Aussi longtemps que la force de compression transmise par le piston reste inférieure à une valeur seuil, le piston forme un élément de transmission rigide. Si la force de compression transmise par le piston devient supérieure à cette valeur seuil, le piston se contracte et le parallélogramme déformable s'aplatit, absorbant ainsi un mouvement résiduel de l'unité d'irradiation lorsque le plancher connecté au parallélogramme déformable se bloque. Dans une deuxième exécution de ce mécanisme tampon, chaque extrémité d'un rail de traction est connectée à l'unité d'irradiation via un piston. Le mécanisme tampon comprend dès lors au minimum 4 pistons, préférablement 8 pistons. Les pistons comprennent une cellule de charge et sont aptes à se contracter en cas de blocage du plancher mobile pour absorber un mouvement de rotation résiduel de l'ordre de 3° à 5° du portique rotatif après une commande d'arrêt d'urgence du portique transmise par la cellule de charge au système de contrôle de l'installation de hadron thérapie. C'est également un objet de la présente invention de perfectionner le raccordement de tronçons de plancher mobile à l'unité d'irradiation, notamment en réduisant le nombre de pièces mécaniques autour de l'unité d'irradiation, en libérant de l'espace autour de l'unité d'irradiation pour permettre la pose de nouveaux accessoires sur l'unité d'irradiation, et en réduisant encore davantage le risque de blocage du plancher mobile dans sa structure de guidage.

[8] Les installations de hadron-thérapie classiques requièrent beaucoup d'espace et leur assemblage sur site est généralement assez laborieux. Afin de réduire les coûts notamment liés aux contraintes d'espace, de nouvelles installations plus compactes ont été présentées. Le document « Gantries » de E. Pedroni Center for Proton Radiation Therapy - Paul Scherrer Institute - WE Chiba 01-05-2010, présente la plupart des installations de hadron-thérapie comprises dans

l'état de la technique, ainsi qu'une installation plus compacte développée par PSI et dénommée « PSI Gantry 2 ». Cette installation comprend un portique rotatif dont la rotation autour d'un axe de rotation horizontal est limitée entre deux positions angulaires extrêmes de -30° et $+180^\circ$. Ces angles sont mesurés par rapport à un plan vertical comprenant l'axe de rotation, où un angle de 0° correspond à une position angulaire dans laquelle la ligne de délivrance du faisceau est dans sa position la plus haute. (Cette convention de mesure des positions angulaires du portique rotatif et/ou de l'unité d'irradiation supportée par ce portique rotatif sera maintenue dans la suite.)

[9] Le document EP 2308561 A1 décrit une autre installation compacte de hadron-thérapie comprenant un portique rotatif apte à tourner autour d'un axe de rotation horizontal entre deux positions angulaires extrêmes de -35° et $+190^\circ$.

[10] Ces installations compactes de hadron-thérapie à amplitude de rotation bien inférieure à 360° doivent également être équipées d'un plancher, aussi bien pour des raisons de sécurité, que pour des raisons d'accessibilité près du patient. Les planchers mobiles connus des installations de hadron-thérapie classiques (à amplitude de rotation de 360°) pourraient aussi être implémentées sur une installation compacte de hadron-thérapie. Il est cependant plus avantageux d'avoir recours à un système de plancher offrant plus de facilités d'accès autour du patient et permettant par exemple l'introduction de moyens d'imagerie ou des moyens de contrôle de la position du patient.

[11] Le document US 7,348,579 présente une installation de hadron-thérapie dont le portique est apte à tourner autour d'un axe de rotation horizontal entre deux positions angulaires comprises entre 0° et 180° . L'installation comprend une chambre de traitement avec un passage pour l'unité

d'irradiation et un dispositif apte à couvrir le passage quel que soit la position de l'unité d'irradiation.

[12] Le déposant de la présente demande a récemment annoncé le lancement d'un système de proton-thérapie de taille réduite permettant un accès latéral à la chambre de traitement. Cette installation comprend un portique rotatif apte à tourner autour d'un axe de rotation horizontal entre deux positions angulaires comprises entre -30° et 190° . Pour cette installation très compacte, il s'agit de développer un plancher de traitement sous forme d'une bande déformable guidée dans une structure de guidage qui nécessite un volume d'installation réduit. Or, pour une telle solution compacte de plancher mobile, le risque de blocage du plancher mobile est particulièrement élevé.

[13] Par conséquent, un premier problème à la base de la présente invention est de proposer une installation de hadron-thérapie, comprenant : une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement entre une première position angulaire (α), située au-dessus de l'espace de traitement, et une seconde position angulaire (β), située en-dessous dudit espace de traitement ; et un plancher mobile sous forme d'une bande déformable guidée dans une structure de guidage, qui nécessite un volume d'installation réduit, assure une excellente accessibilité du patient, tout en présentant un risque de blocage relativement faible.

Exposé de l'invention

[14] Selon un premier aspect de l'invention, une installation de hadron-thérapie qui comprend : une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement entre une première position angulaire (α), située au-dessus de l'espace de traitement, et une seconde position angulaire (β), située en-dessous de l'espace de

traitement ; un plancher mobile sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale, comprenant un tronçon inférieur et un tronçon supérieur situés de part et d'autre de l'unité d'irradiation; une structure de guidage guidant le plancher mobile le long d'un chemin autour de l'espace de traitement de façon à ce qu'il forme en-dessous de l'espace de traitement une surface de plancher sensiblement horizontale et au-dessus de la surface de plancher une paroi entourant l'espace de traitement jusque dans la première position angulaire, de sorte à laisser de préférence subsister une baie d'accès latérale vers l'espace de traitement. Le tronçon inférieur est tractable par l'unité d'irradiation d'une position de garage inférieure, dans laquelle il se trouve lorsque l'unité d'irradiation occupe la deuxième position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque l'unité d'irradiation occupe la première position angulaire, et dans laquelle il forme la surface de plancher sensiblement horizontale. Le tronçon supérieur est tractable par l'unité d'irradiation d'une position de garage supérieure, dans laquelle il se trouve lorsque l'unité d'irradiation occupe la première position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque l'unité d'irradiation occupe la seconde position angulaire, et dans laquelle il forme au moins partiellement la surface de plancher sensiblement horizontale. Le tronçon inférieur et le tronçon supérieur sont des tronçons de longueur finie, comprenant chacun une extrémité libre. Un dispositif de traction est connecté à l'extrémité libre du tronçon supérieur, de façon à exercer sur le tronçon supérieur une force de traction en direction de la position de garage supérieure suffisante pour maintenir le tronçon supérieur sous tension axiale indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation. En gardant le tronçon supérieur constamment sous tension axiale, ceci sur

toute sa longueur et indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation, on réduit sensiblement le risque que ce tronçon supérieur ne bloque dans la structure de guidage. Ceci est particulièrement vrai, si le plancher mobile comprend par exemple une pluralité de segments transversaux qui sont articulés entre eux. Il sera encore apprécié que la force de traction compense aussi au moins partiellement la force qu'exerce le poids du tronçon inférieur 8' sur l'unité d'irradiation et décharge ainsi cette dernière au moins partiellement. Il s'ensuit que le moteur d'entraînement en rotation du portique rotatif supportant l'unité d'irradiation peut être plus petit, et que des imprécisions de positionnement angulaire de l'unité d'irradiation, dues éventuellement à une déformation du portique rotatif sous charge, sont moins importantes.

[15] Le dispositif de traction peut par exemple être un moteur électrique, hydraulique, pneumatique ou à ressorts, rotatif ou linéaire, contrôlé de façon à exercer soit directement, soit via une chaîne, un câble ou une bande, une force de traction en direction de la position de garage supérieure suffisante pour maintenir le tronçon supérieur sous tension axiale, ceci indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation. Dans une exécution préférentielle, particulièrement simple, fiable et peu encombrante, le dispositif de traction comprend un contrepoids qui est connecté à l'extrémité libre du tronçon supérieur.

[16] Un dispositif de traction analogue pourrait aussi être connecté à l'extrémité libre du tronçon inférieur, de façon à exercer sur ce tronçon inférieur une force de traction en direction de la position de garage inférieure. Le plus souvent cependant, le poids propre du tronçon inférieur est suffisant pour maintenir ce dernier sous tension axiale, de sorte qu'un contrepoids pour le tronçon inférieur n'est le plus souvent pas requis.

[17] Selon une exécution préférée, particulièrement simple et compacte, un contrepoids est connecté au tronçon supérieur par au moins un câble guidé par au moins une poulie. Le système câble(s)/poulie(s) de guidage permet notamment de choisir
5 l'emplacement du contrepoids en toute liberté, ceci même en dehors du local dans lequel est la structure de guidage avec plancher mobile se trouve. Reste à noter qu'une corde, une chaîne ou un ruban sont à considérer comme des équivalents techniques d'un « câble » et que des éléments de guidage
10 statique à considérer comme des équivalents techniques d'une « poulie ».

[18] Pour rendre l'installation particulièrement compacte et ne pas gêner l'accès latéral à l'espace de traitement, la partie terminale du tronçon supérieur est avantageusement
15 agencée au-dessus de l'unité d'irradiation, si le tronçon supérieur est complètement agencé dans la position de garage supérieure.

[19] Dans cette position de garage supérieure, le tronçon supérieur forme avantageusement une boucle ouverte, et la
20 partie terminale du tronçon supérieur est, de préférence, agencée dans un plan s'étendant au-dessus de l'unité d'irradiation. Cet agencement est très compact, et la boucle ouverte assure un déplacement fiable du tronçon supérieur sous l'effort de traction exercé par le contrepoids.

[20] De façon analogue, la partie terminale du tronçon inférieur est avantageusement agencée en-dessous de l'unité
25 d'irradiation, si le tronçon inférieur est agencé dans la position de garage inférieure. Dans cette position de garage inférieure, le tronçon inférieur forme avantageusement une
30 boucle ouverte, et la partie terminale du tronçon inférieur est, de préférence, agencée dans un plan s'étendant en-dessous de l'unité d'irradiation. Cet agencement est très compact, et la boucle ouverte assure également un déplacement fiable du

tronçon inférieur sous l'effet de son propre poids, le cas échéant, assisté par un contrepoids.

[21] La structure de guidage comprend généralement des rails de guidage. Ces derniers comprennent de préférence : une première portion, qui est apte à guider le plancher mobile selon un chemin linéaire pour former la surface de plancher plane et sensiblement horizontale en-dessous de l'espace de traitement; une deuxième portion, qui est apte à guider le plancher mobile selon un chemin en forme d'arc de cercle pour former au-dessus de la surface de plancher plane une surface en forme d'un segment de cylindre, qui entoure l'espace de traitement jusque dans la première position angulaire (α), de sorte à laisser de préférence subsister une baie d'accès latérale vers l'espace de traitement; une troisième portion, qui prolonge la première portion vers le bas, et qui est de préférence apte à guider le tronçon inférieur selon un chemin en forme d'une boucle ouverte, pour former la position de garage inférieure pour le tronçon inférieur; et une quatrième portion, qui prolonge la deuxième portion vers le haut, qui est de préférence apte à guider le tronçon supérieur selon un chemin en forme d'une boucle ouverte, pour former la position de garage supérieure pour le tronçon supérieur.

[22] Dans une exécution avantageuse, un cadre de traction rigide entoure l'unité d'irradiation avec un jeu fonctionnel de part et d'autre de celle-ci et supporté par l'unité d'irradiation de façon à ce que l'unité de d'irradiation en rotation puisse se déplacer relativement par rapport au cadre de traction dans la limite dudit jeu fonctionnel. Les tronçons du plancher sont connectés de part et d'autre du cadre de traction rigide. Des moyens de transmission d'efforts sont agencés entre le cadre de traction et l'unité d'irradiation de façon à immobiliser le cadre de traction dans une position centrale par rapport à l'unité d'irradiation, aussi longtemps que l'effort transmis par les moyens de transmission d'efforts

reste inférieur à une valeur seuil. Les moyens de transmission d'effort comprennent au moins un élément de sécurité qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil, pour permettre un déplacement relatif de l'unité d'irradiation par rapport au cadre de traction en profitant dudit jeu fonctionnel. Il sera apprécié que ce mécanisme perfectionne le raccordement des tronçons de plancher à l'unité d'irradiation, en réduisant par exemple le nombre de pièces mécaniques autour de l'unité d'irradiation et en libérant ainsi de l'espace autour de l'unité d'irradiation, pour permettre notamment la pose de nouveaux accessoires sur l'unité d'irradiation.

[23] De préférence, l'installation décrite dans le paragraphe précédent comprend en outre un dispositif de détection apte à détecter que l'élément de sécurité a cédé et un système de contrôle apte déclencher un arrêt d'urgence de la rotation de ladite unité d'irradiation lorsque le dispositif de détection détecte que l'élément de sécurité a cédé.

[24] Dans une exécution préférée, le cadre de traction est supporté par l'unité d'irradiation par l'intermédiaire de deux bras de suspension, de façon à former un mécanisme à quatre articulations agencées aux quatre coins d'un parallélogramme.

[25] Dans une exécution préférée, car très simple et quand-même très fiable, les moyens de transmission d'efforts comprennent au moins un élément télescopique dont l'extension et le raccourcissement sont bloqués par au moins une clavette d'arrêt. Cette clavette d'arrêt forme alors ledit élément de sécurité, qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil.

[26] Pour éviter d'endommager gravement l'unité d'irradiation et/ou le plancher mobile en cas de blocage de ce dernier, la connexion entre le cadre de traction et l'unité d'irradiation

est avantageusement conçue pour rompre en des points de rupture prédéfinis en cas de blocage du plancher.

[27] La connexion entre l'unité d'irradiation et le tronçon inférieur comprend avantageusement un joint pivot et un rail de traction, ce rail de traction guidant le joint pivot selon une trajectoire définie pour optimiser la transmission d'un effort de traction du cadre de traction sur le tronçon inférieur. De façon similaire, la connexion entre le cadre de traction et le tronçon supérieur comprend avantageusement un joint pivot et un rail de traction, ce rail de traction guidant le joint pivot selon une trajectoire définie pour optimiser la transmission d'un effort de traction du cadre de traction sur le tronçon supérieur. Il sera apprécié que cette solution contribue également à une réduction du risque de blocage du plancher mobile dans la structure de guidage. Reste à noter que dans une exécution préférée, le rail de traction définit une portion de trajectoire substantiellement linéaire, suivie d'une portion de trajectoire convexe arrondie.

[28] De préférence, l'installation comprend aussi une source laser apte à produire un faisceau laser pour le positionnement d'un patient. La source laser est alors avantageusement positionnée sur un support derrière le plancher mobile, et au moins un des tronçons de plancher comprend une ouverture pour le passage du faisceau laser.

[29] L'installation peut en outre aussi comprendre un dispositif d'imagerie. Ce dispositif d'imagerie comprend de préférence au moins un tube de rayons X et un panneau de détection de rayons X situés de part et d'autre du plancher mobile.

[30] Dans une exécution préférée, le plancher mobile comprend une pluralité de segments transversaux qui sont articulés entre eux de façon à ce que le plancher mobile puisse suivre le chemin défini par la structure de guidage.

[31] Si l'on numérote les quatre quadrants définis par un plan vertical (A' , A'') et un plan horizontal (B' , B'') contenant tous les deux l'axe de rotation comme suit : le premier quadrant et le deuxième quadrant sont localisés l'un à côté de
5 l'autre au-dessus du plan horizontal (B' , B'') ; le troisième quadrant est localisé en-dessous du deuxième quadrant ; et le quatrième quadrant est localisé en-dessous du premier quadrant; alors, dans sa première position angulaire (α), l'unité d'irradiation est agencée dans le premier quadrant; et
10 dans sa deuxième position angulaire (β), l'unité d'irradiation est agencée soit à la limite du troisième et du quatrième quadrant, soit dans le quatrième quadrant.

[32] Selon un autre aspect, l'invention concerne une installation de hadron-thérapie comprenant : une unité
15 d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement ; un plancher mobile sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale et guidée dans une structure de guidage, comprenant un tronçon de part et d'autre de l'unité d'irradiation; et un mécanisme de
20 traction agencé entre l'unité d'irradiation et les deux tronçons du plancher mobile, de façon à ce que l'unité d'irradiation puisse entraîner les tronçons de plancher via ce mécanisme de traction lorsqu'elle tourne autour de son axe de rotation. Ce mécanisme de traction comprend : un cadre de
25 traction rigide entourant l'unité d'irradiation avec un jeu fonctionnel de part et d'autre de celle-ci et supporté par l'unité d'irradiation de façon à ce que l'unité de d'irradiation en rotation puisse se déplacer relativement par rapport au cadre de traction dans la limite dudit jeu
30 fonctionnel. Les tronçons du plancher sont connectés de part et d'autre du cadre de traction rigide. Des moyens de transmission d'efforts sont agencés entre le cadre de traction et l'unité d'irradiation de façon à immobiliser le cadre de traction dans une position centrale par rapport à l'unité

d'irradiation, aussi longtemps que l'effort transmis par les moyens de transmission d'efforts reste inférieur à une valeur seuil. Ces moyens de transmission d'efforts comprennent au moins un élément de sécurité qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil, pour permettre un déplacement relatif de l'unité d'irradiation par rapport audit cadre de traction en profitant dudit jeu fonctionnel. Il sera apprécié que ce mécanisme perfectionne de façon générale le raccordement de planchers mobiles à l'unité d'irradiation, ceci en réduisant par exemple le nombre de pièces mécaniques autour de l'unité d'irradiation et en libérant ainsi de l'espace autour de l'unité d'irradiation, pour permettre notamment la pose de nouveaux accessoires sur l'unité d'irradiation.

[33] De préférence, l'installation décrite dans le paragraphe précédent comprend en outre un dispositif de détection apte à détecter que l'élément de sécurité a cédé et un système de contrôle apte déclencher un arrêt d'urgence de la rotation de ladite unité d'irradiation lorsque le dispositif de détection détecte que l'élément de sécurité a cédé.

[34] Dans une exécution préférée, le cadre de traction est supporté par l'unité d'irradiation par l'intermédiaire de deux bras de suspension, de façon à former un mécanisme à quatre articulations agencées aux quatre coins d'un parallélogramme.

[35] Dans une exécution préférée, car très simple et quand-même très fiable, les moyens de transmission d'efforts comprennent au moins un élément télescopique dont l'extension et le raccourcissement sont bloqués par au moins une clavette d'arrêt. Cette clavette d'arrêt forme alors ledit élément de sécurité, qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil.

[36] La connexion entre le cadre de traction et le tronçon inférieur comprend avantageusement un joint pivot et un rail

de traction, ce rail de traction guidant le joint pivot selon une trajectoire définie pour optimiser la transmission d'un effort de traction du cadre de traction sur le tronçon inférieur. De façon similaire, la connexion entre le cadre de traction et le tronçon supérieur comprend avantageusement un joint pivot et un rail de traction, ce rail de traction guidant le joint pivot selon une trajectoire définie pour optimiser la transmission d'un effort de traction du cadre de traction sur le tronçon supérieur. Il sera apprécié que cette solution contribue également à une réduction du risque de blocage du plancher mobile dans la structure de guidage. Reste à noter que dans une exécution préférée, le rail de traction définit une portion de trajectoire substantiellement linéaire, suivie d'une portion de trajectoire convexe arrondie.

15 **Brève description des dessins**

[37] Pour mieux comprendre l'invention et ses avantages, un mode de réalisation préféré de celle-ci et quelques variantes d'exécution, sont décrits ci-après de façon illustrative et non limitative, en se référant aux dessins annexés, dans
20 lesquels:

Fig. 1 : est une vue tridimensionnelle simplifiée d'une installation de hadron-thérapie selon la présente invention avec une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal ;

25 Fig. 2 : est une coupe simplifiée de l'installation de hadron-thérapie selon la Fig. 1, le plan de coupe étant perpendiculaire à l'axe de rotation de l'unité d'irradiation ;

Fig. 3 : est une coupe très simplifiée de l'installation de hadron-thérapie selon la Fig. 1, le plan de coupe étant perpendiculaire l'axe de rotation de l'unité d'irradiation, cette coupe montrant avant tout de façon conceptuelle une structure de guidage guidant un plancher mobile ;
30

Fig. 4a : est une vue tridimensionnelle de l'unité d'irradiation et d'une portion du plancher mobile, montrant plus précisément comment le plancher mobile est connectée à cette unité d'irradiation via un cadre de traction ;

Fig. 4b : est une vue bidimensionnelle utilisée pour décrire la connexion entre le cadre de traction et l'unité d'irradiation (le plancher mobile n'est pas montré sur cette figure) ;

Fig. 4c : est une vue agrandie d'une portion de la Fig. 4a ;

Fig. 5a : est une vue bidimensionnelle de l'unité d'irradiation et d'une portion de plancher mobile ;

Fig. 5b : est une vue agrandie d'un rail de traction du plancher mobile de la Fig. 5a ;

Fig. 6 : est une coupe très simplifiée de l'installation de hadron-thérapie selon la Fig. 1, le plan de coupe étant perpendiculaire l'axe de rotation de l'unité d'irradiation, montrant de façon schématique l'intégration dans cette installation de hadron-thérapie d'un dispositif laser pour le positionnement d'un patient ; et

Fig. 7 : est une vue tridimensionnelle d'une installation de hadron-thérapie comme sur la Fig. 1, comprenant en outre un dispositif d'imagerie.

Description d'un mode de réalisation de l'invention

[38] La Fig. 1 représente une installation de hadron-thérapie 1. Une telle installation comprend généralement un portique rotatif iso-centrique 2 (non montré). Ce portique 2 est apte à tourner autour d'un axe de rotation horizontal 3. Le portique 2 supporte une ligne de transport de faisceau (non représentée) et une unité d'irradiation 5 apte à délivrer un faisceau substantiellement perpendiculaire audit axe de rotation horizontal 3. L'unité d'irradiation rotative 5 forme

saillie dans une chambre de traitement 6 à travers un passage fermé par un plancher mobile 8.

[39] La Fig. 2 montre une coupe simplifiée de l'installation de hadron-thérapie selon la Fig. 1, le plan de coupe étant perpendiculaire à l'axe de rotation 3 de l'unité d'irradiation 5. Le portique 2 est apte à tourner autour de l'axe de rotation horizontal 3 entre une première position angulaire α , et une seconde position angulaire β , autour d'un espace de traitement 9. Ces angles α et β sont mesurés par rapport à un plan vertical A'A'' comprenant l'axe de rotation horizontal 3, α étant préférablement compris entre -15° et -45° , et β étant préférablement compris entre $+180^\circ$ et $+200^\circ$, un angle de 0° correspondant à une position dans laquelle l'unité d'irradiation 5 se trouve dans sa position la plus haute. Sur la Fig. 2, l'unité d'irradiation est par exemple apte à tourner autour d'un axe horizontal entre deux positions angulaires comprises entre $\alpha = -45^\circ$ et $\beta = +190^\circ$. En d'autres termes, si l'on désigne Q1, Q2, Q3 et Q4 les quatre quadrants définis par un plan horizontal (B', B'') et le plan vertical (A', A'') contenant tous les deux l'axe de rotation 3, ceci comme indiqué sur la Fig. 2 ; alors, dans sa première position angulaire α , l'unité d'irradiation est agencée dans le premier quadrant Q1; et dans la deuxième position angulaire β , l'unité d'irradiation est agencée soit à la limite du troisième quadrant Q3 et du quatrième quadrant Q4, soit entièrement dans le quatrième quadrant Q4. De façon plus générale, l'unité d'irradiation 5 peut dès lors tourner autour d'un espace de traitement 9, entre une première position angulaire α , située au-dessus de l'espace de traitement 9, et une seconde position angulaire β , située en-dessous de l'espace de traitement 9.

[40] Le portique iso-centrique peut par exemple être un portique tel que décrit dans le brevet EP 2308561 B1 et la demande de brevet non encore publiée EP 12167394.1, qui sont incorporés par référence.

[41] Le plancher mobile 8 est conçu sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale. Il comprend un tronçon inférieur 8' et un tronçon supérieur 8'' situés de part et d'autre de l'unité d'irradiation 5. Une structure de guidage 5 10 guide le plancher mobile 8 le long d'un chemin autour de l'espace de traitement 9. Il forme en-dessous de l'espace de traitement 9 une surface de plancher plane sensiblement horizontale, qui sert de surface d'accès, et au-dessus de cette surface d'accès. Il forme également une paroi de 10 séparation sensiblement cylindrique, qui entoure l'espace de traitement 9 jusque dans la première position angulaire α et qui laisse subsister une baie d'accès latérale 7 vers la chambre de traitement 6.

[42] Le tronçon inférieur 8' du plancher 8 comprend une 15 première extrémité 11' reliée à l'unité d'irradiation 5 et une seconde extrémité 12' passant sous un sol 13 de la chambre de traitement 6. Ce tronçon inférieur 8' est tractable par l'unité d'irradiation 5 d'une position de garage inférieure, dans laquelle il se trouve lorsque l'unité d'irradiation 5 20 occupe la deuxième position angulaire β , vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque l'unité d'irradiation 5 occupe la première position angulaire α , et dans laquelle il forme la surface de plancher plane sensiblement horizontale.

[43] Le tronçon supérieur 8'' du plancher 8 comprend une 25 première extrémité 11'' reliée à l'unité d'irradiation 5, à l'opposé de la première extrémité 11' du plancher inférieur, et une seconde extrémité 12'' passant par-dessus un plafond 14 de la chambre de traitement 6. Ce tronçon supérieur 8'' est 30 tractable par l'unité d'irradiation 5 d'une position de garage supérieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation 5 occupe la première position angulaire α , vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve

lorsque l'unité d'irradiation 5 occupe la seconde position angulaire β , et dans laquelle il forme au moins partiellement la surface de plancher plane sensiblement horizontale.

[44] Le tronçon inférieur 8' et le tronçon supérieur 8'' sont des tronçons de longueur finie comprenant chacun une extrémité libre 12', 12''. Ils sont de préférence constitués d'une pluralité de segments rigides transversaux 15, qui sont articulés entre eux de façon à ce que le plancher mobile 8 puisse suivre le chemin courbe défini par la structure de guidage. Reste à noter que si le tronçon inférieur 8' doit être capable de servir de surface d'accès sur quasi toute sa longueur, seulement une faible longueur du tronçon supérieur agencée à proximité immédiate de l'unité d'irradiation 5 doit en principe être capable de servir de surface d'accès, la longueur résiduelle de ce tronçon supérieur 8'' servant uniquement de paroi de séparation sensiblement cylindrique, mais jamais comme surface d'accès. Sur cette longueur résiduelle, le tronçon supérieur 8'' peut donc avoir une structure plus légère, car il ne doit pas supporter de charge.

[45] La Fig. 3 montre de façon schématique la structure de guidage guidant le plancher mobile 8. Cette structure comprend deux ensembles identiques de rails de guidage 10a, 10b, 10c et 10d disposés symétriquement de part et d'autre du passage pour l'unité d'irradiation 5 fermé par le plancher mobile 8 (sur la vue de la Fig. 3, les rails du premier ensemble cachent les rails du deuxième ensemble). Les tronçons inférieur 8' et supérieur 8'' sont agencés de façon coulissante dans ces rails 10a, 10b, 10c et 10d et sont entraînables par l'unité d'irradiation 5.

[46] Dans une exécution préférée, ces rails de guidage comprennent différentes portions 10a, 10b, 10c et 10d pour définir : (1) la surface de plancher plane sensiblement horizontale en-dessous de l'espace de traitement 9 ; (2) la

paroi de séparation sensiblement cylindrique qui entoure l'espace de traitement 9 vers le haut ; (3) la position de garage inférieure pour le tronçon inférieur 8' ; et (4) la position de garage supérieure pour le tronçon supérieur 8''.

5 [47] La surface de plancher plane sensiblement horizontale est définie par la première portion 10a de rails. Celle-ci comprend des rails droits, aptes à supporter et guider le plancher mobile 8 selon un chemin linéaire, de préférence de façon à ce que la surface de plancher plane sensiblement
10 horizontale soit sensiblement au même niveau que le sol 13 de la chambre de traitement 6.

[48] La paroi de séparation ayant la forme d'une voûte sensiblement cylindrique est définie par une deuxième portion 10b de rails. Celle-ci comprend des rails en forme d'arc de
15 cercle, par exemple un arc de cercle légèrement plus grand que 180° comme montré sur la Fig. 3. Cette deuxième portion 10b de rails prolonge la première portion 10a vers le haut jusqu'au niveau de la première position angulaire α , de façon à guider ledit plancher mobile 8 selon un chemin en forme d'arc de
20 cercle autour de l'espace de traitement 9, laissant subsister une baie d'accès latérale 7 vers la chambre de traitement 6. Cette baie d'accès latérale 7 permet par exemple de positionner un support robotisé 4 pour un lit latéralement de la chambre de traitement 6, tel que représenté de façon
25 schématique sur la Fig. 2.

[49] La position de garage inférieure est définie par une troisième portion 10c de rails. Cette dernière comprend des rails ayant sensiblement la forme d'une lettre majuscule « J » couchée sur son dos, présentant une branche arrondie (=branche
30 inférieure du « J ») et une branche rectiligne (=branche montante du « J »). L'extrémité de la branche arrondie est raccordée à l'extrémité d'un rail rectiligne de la première portion 10a et prolonge ce dernier vers le bas. La branche

rectiligne s'étend en-dessous de l'unité d'irradiation 5, lorsque cette dernière est dans sa position base, et est de préférence agencée dans un plan sensiblement horizontal. La troisième portion 10c de rails guide par conséquent le tronçon inférieur 8' selon un chemin en forme d'une boucle ouverte au moins partiellement en-dessous de l'unité d'irradiation 5.

[50] La position de garage supérieure est définie par une quatrième portion 10d de rails. Cette dernière comprend des rails ayant sensiblement la forme d'une lettre majuscule « J » couchée sur sa face, présentant une branche arrondie (=branche inférieure du « J ») et une branche rectiligne (=branche montante du « J »). L'extrémité de la branche arrondie est raccordée à l'extrémité d'un rail en forme d'arc de cercle de la deuxième portion 10b et prolonge ce dernier vers le haut.

La branche rectiligne s'étend au-dessus de l'unité d'irradiation 5, lorsque cette dernière est dans sa position haute, et est de préférence agencée dans un plan sensiblement horizontal. La quatrième portion 10d de rails guide par conséquent le tronçon supérieur 8'' selon un chemin en forme d'une boucle ouverte au moins partiellement au-dessus de l'unité d'irradiation 5.

[51] Il sera apprécié que la configuration des rails de guidage 10 telle que proposée permet de minimiser le volume de l'installation de hadron-thérapie tout en assurant un déplacement relativement aisé du plancher 8 dans ces rails de guidage 10.

[52] La configuration du plancher mobile 8 proposé nécessite des tronçons mobiles inférieur 8' et supérieur 8'' suffisamment longs de sorte à couvrir l'entièreté du passage quel que soit la position de l'unité d'irradiation 5. La longueur des tronçons inférieur 8' et supérieur 8'' rend le poids de ces tronçons assez important. Afin d'assister l'unité d'irradiation dans l'entraînement des tronçons inférieur 8' et

supérieur 8'' et afin de réduire sensiblement le risque de blocage du tronçon supérieur 8'', un contrepoids 19 est connecté à l'extrémité libre 12'' du tronçon supérieur 8''. Ce contrepoids exerce sur l'extrémité libre 12'' du tronçon supérieur 8'' une force de traction en direction de la position de garage supérieure qui est suffisante pour garder le tronçon supérieur 8'' constamment sous une tension axiale, ceci indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation 5. En même temps, cette force de traction compense aussi au moins partiellement la force qu'exerce le poids du tronçon inférieur 8' sur l'unité d'irradiation et décharge ainsi au moins partiellement cette dernière.

[53] Sur la Fig. 2 on voit que ce contrepoids 19 est avantageusement connecté à l'extrémité libre 12'' du tronçon supérieur 8'' à l'aide d'un câble 17 guidé par au moins une poulie 18. De telles poulies 18 (ou d'autres moyens de guidage) servent à maintenir le câble 17 toujours sensiblement dans l'axe des rails 10d.

[54] Selon un mode de réalisation préféré, l'unité d'irradiation 5 est entourée d'un cadre de traction 20 auquel sont attachés lesdits tronçons inférieur 8' et supérieur 8'', comme représenté sur la Fig. 4a. Ce cadre de traction 20 sert à transmettre un effort de traction de l'unité d'irradiation 5 sur le tronçon inférieur 8' et le tronçon supérieur 8''.

[55] Le cadre de traction 20 et la connexion mécanique entre le cadre de traction 20 et l'unité d'irradiation 5 seront décrits plus en détail en se référant aux Fig. 4a, 4b et 4c. Comme montré sur la Fig. 4a, le cadre de traction 20 comprend une première paire de rails de traction 23' pour le tronçon inférieur 8' et une deuxième paire de rails de traction 23'' pour le tronçon supérieur 8''. Les rails de traction 23' de la première paire sont reliés de façon rigide à l'aide d'au moins

une première traverse 40'. De façon analogue, les rails de traction 23'' de la deuxième paire sont reliés de façon rigide à l'aide d'au moins une deuxième traverse, que l'on ne voit pas sur la Fig. 4a. Des éléments latéraux 42', 42'' ferment le cadre de traction 20 autour de l'unité d'irradiation 5, en interconnectant de façon rigide la première paire de rails de traction 23' à la deuxième paire de rails de traction 23''. Le cadre de traction 20 est dès lors un cadre rigide entourant l'unité d'irradiation 5 avec un certain jeu fonctionnel dans les deux directions de mouvement de l'unité d'irradiation 5.

[56] Sur la Fig. 4b on voit que ce cadre de traction 20 est supporté par l'unité d'irradiation 5 à l'aide d'un mécanisme de suspension comprenant deux bras de suspension articulés 44' et 44''. Le bras 44', qui est situé du côté de la première paire de rails de traction 23', est connecté à l'aide d'une première articulation 46' à l'unité d'irradiation 5 et à l'aide d'une deuxième articulation 48' au cadre de traction 20, ici par exemple à la première paire de rails de traction 23'. De façon analogue, le bras 44'', qui est situé du côté de la deuxième paire de rails de traction 23'', est connecté à l'aide d'une première articulation 46'' à l'unité d'irradiation 5 et à l'aide d'une deuxième articulation 48'' au cadre de traction 20, ici par exemple à la deuxième paire de rails de traction 23''. Il sera noté que les axes de rotation des quatre articulations 46', 48', 46'' et 48'' passent par les quatre coins d'un parallélogramme défini dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation 3 du portique rotatif 2.

[57] Comme montré sur la Fig. 4c, un élément télescopique 21 est connecté entre l'unité d'irradiation 5 et le cadre de traction 20, plus précisément entre l'unité d'irradiation 5 et la traverse 40 du cadre de traction 20. Il s'agit plus particulièrement d'un élément télescopique dont l'extension et le raccourcissement sont, en fonctionnement normal, bloqués

par une clavette d'arrêt (non visible sur la Fig. 4c). Lorsque l'effort transmis (selon le sens de rotation de l'unité d'irradiation, il peut s'agir soit d'un effort de traction soit d'un effort de compression) dépasse un certain seuil, cette clavette rompt, c'est-à-dire elle est par exemple cisailée. Maintenant, l'élément télescopique 21 peut librement s'allonger et se raccourcir, c'est-à-dire qu'il ne transmet plus de force notable de l'unité d'irradiation 5 au cadre de traction 20.

10 [58] Il sera noté qu'on peut prévoir un seul élément télescopique 21, qui est alors préférentiellement agencé dans un plan médian du cadre de traction 20, ou une paire d'éléments télescopiques 21, chacun de ces éléments télescopiques 21 étant alors agencé de préférence à proximité
15 immédiate d'un des rails de traction 23', comme montré sur les Fig. 4a et 4c. Il suffit cependant de prévoir ce ou ces éléments télescopiques 21 soit du côté des rails de traction 23', soit du côté des rails de traction 23''.

[59] Aussi longtemps que leur clavette d'arrêt est intacte, ces éléments télescopiques 21 transmettent les efforts de traction et de poussée entre l'unité d'irradiation 5 et le cadre de traction 20, et maintiennent le cadre de traction 20 centré par rapport à l'unité d'irradiation 5. Lorsque la clavette d'arrêt rompt sous un effort supérieur à ladite
25 valeur seuil, ces éléments télescopiques 21 peuvent s'allonger (sous un effort de traction) ou se raccourcir (sous un effort de compression). Le cadre de traction 20 et l'unité d'irradiation 5 peuvent maintenant subir un déplacement relatif conditionné par le mécanisme de suspension du cadre de traction 20 décrit plus haut. Il s'ensuit que si le cadre de traction 20 vient buter contre un obstacle, par exemple un plancher bloqué, l'unité de d'irradiation 5 peut continuer sa
30 rotation d'u certain angle ; ceci à partir de sa position

centrale initiale dans les deux sens de rotation, comme indiqué par la double flèche 50 dans la Fig. 4b.

[60] La référence 22 sur la Fig. 4c identifie un système de détection 22 qui est apte à détecter soit une rupture de la clavette, soit une extension ou un raccourcissement de l'élément télescopique 21. Un signal système de ce système de détection 22 est alors utilisé par un système de contrôle pour déclencher un arrêt d'urgence de la rotation de l'unité d'irradiation 5.

[61] En fonctionnement normal, des efforts de traction, respectivement de poussée, sont transmis de l'unité d'irradiation 5 au cadre de traction 20 via les éléments télescopiques 21, qui se comportent comme des éléments rigides et maintiennent le cadre de traction 20 centré par rapport à l'unité d'irradiation 5. Si le plancher 8 bloque, le cadre de traction 20 est rapidement immobilisé, et l'effort de traction ou de compression dans les éléments télescopiques 21 augmente de suite. Si ladite valeur seuil de l'effort à transmettre est dépassée, les clavettes d'arrêt des éléments télescopiques 21 rompent. Cette rupture est détectée par le système de détection 22, et le système de contrôle déclenche un arrêt d'urgence de la rotation de l'unité d'irradiation 5. Entre le déclenchement de l'arrêt d'urgence de la rotation et l'arrêt complet de l'unité d'irradiation 5, cette dernière peut encore tourner d'un angle de quelques degrés. Vu qu'après ruptures des clavettes, les éléments télescopiques 21 peuvent s'allonger, respectivement se raccourcir librement, cette rotation résiduelle de l'unité d'irradiation 5 peut être absorbée comme décrit plus haut, grâce à une rotation des bras articulés 44' et 44'' et à un certain jeu prévu entre le cadre de traction 20 et l'unité d'irradiation 5, ceci à partir de la position centrale initiale dans les deux sens de rotation de l'unité d'irradiation 5.

[62] Comme montré sur la Fig. 5a, la première extrémité 11' du tronçon inférieur 8' comprend des liaisons pivot 24' aptes à coulisser dans les rails de traction 23', et la première extrémité 11'' du tronçon supérieur 8'' comprend des liaisons pivot 24'' aptes à coulisser dans les rails de traction 23''.

[63] Ces rails de traction 23', 23'' ont une forme et une orientation adaptées pour que la première plaque du tronçon inférieur 8' respectivement supérieur 8'' et la tangente du rail au niveau de la liaison pivot forment un angle qui soit compris entre 45° et 135° quel que soit la position de l'unité d'irradiation 5. Plus cet angle est proche de 90° , plus le risque de blocage des tronçons inférieur 8' et supérieur 8'' est réduit.

[64] Selon un mode de réalisation préféré tel que représenté sur la Fig. 5b, la forme des rails de traction 23', 23'' peut être assimilée à la forme d'une demi-poire. Le rail de traction 23 représenté sur la Fig. 5b comprend ainsi :

[65] - une première portion 25 substantiellement linéaire, qui dans le cadre de traction 20 est proche de l'extrémité terminale 33 de l'unité d'irradiation 5, formant avec la direction de l'axe central 27 de l'unité d'irradiation 5 un angle compris entre 15° et 40° ; et

[66] - une seconde portion bombée 26, qui dans le cadre de traction 20 est plus éloignée de l'extrémité terminale 33 de l'unité d'irradiation 5.

[67] Il sera noté que la Fig. 5a représente l'unité d'irradiation 5 dans une position angulaire extrême β . Aux environs de cette position angulaire extrême β , les liaisons pivot 24'' du tronçon supérieur 8'' se trouvent dans les portions substantiellement linéaires 25 des rails de traction 23'', et les liaisons pivot 24' du tronçon inférieur 8' se trouvent dans les portions bombées 26 des rails de traction 23', ce qui permet de maintenir un angle entre la première

plaque du tronçon inférieur 8' et la tangente du rail de traction 23' au niveau des liaisons pivot 24' compris entre 45° et 135°. De cette manière, lorsque le portique est actionné pour déplacer l'unité d'irradiation 5 de la seconde position angulaire β vers la première position angulaire α , l'entraînement du tronçon inférieur 8' s'en trouve facilité.

[68] Aux environs de la position angulaire extrême α (non montrée), les liaisons pivot 24'' du tronçon supérieur 8'' se trouvent dans les portions bombées 26 des rails de traction 23'', et les liaisons pivot 24' du tronçon inférieur 8' se trouvent dans les portions substantiellement linéaires 25 des rails de traction 23', ce qui permet de maintenir un angle entre la première plaque du tronçon supérieur 8'' et la tangente du rail de traction 23'' au niveau des liaisons pivot 24'' compris entre 45° et 135°. De cette manière, lorsque le portique est actionné pour déplacer l'unité d'irradiation 5 de la première position angulaire α vers la seconde position angulaire β , l'entraînement du tronçon supérieur 8'' s'en trouve facilité. A une certaine distance des positions angulaires extrêmes α et β de l'unité d'irradiation 5, les liaisons pivots 24', 24'' coulissent principalement dans la première portion 25 substantiellement linéaire des rails de traction 23', 23''.

[69] Selon un mode de réalisation préféré, tel que représenté sur la Fig. 6, l'installation de hadron-thérapie comprend une source 30 apte à produire un faisceau laser 28 pour le positionnement d'un patient 29. La source 30 est préférablement fixée sur un support 39, par exemple un mur, derrière le plancher mobile 8, qui forme la paroi cylindrique de la chambre de traitement 6. Au moins une des plaques du plancher 8 comprend une ouverture 31 pour le passage du faisceau laser 28. Préférablement, au moins deux sources laser sont utilisées et au moins trois ouvertures sont formées dans

le plancher mobile 8 pour projeter un faisceau laser évasé selon une hauteur d'environ 50 cm sur le patient 29.

[70] Encore selon un mode de réalisation préféré de l'invention, tel que représenté sur la Fig. 7, l'installation de hadron-thérapie comprend un dispositif d'imagerie fixe 34, 35 pour un positionnement précis du patient 29 après un pré-positionnement à l'aide dudit faisceau laser 28. Le dispositif d'imagerie comprend préféablement deux tubes de rayons X 34 situés en dessous du plancher 8 et deux panneaux 35 de 10 détection de rayons X situés dans la chambre de traitement 6. Le dispositif d'imagerie fixe permet de positionner le patient de manière précise après un pré-positionnement au moyen de lasers.

[71] Préféablement, les tubes de rayons X 34 et les panneaux 15 35 de détection sont orientés de telle sorte que les faisceaux de rayons X 36 produits se croisent en l'iso-centre 37 du portique rotatif 2. Préféablement, deux tubes de rayons X 34 sont situés dans le sol, d'un premier côté du plancher mobile 8 et deux panneaux 35 de détection sont suspendus au plafond 20 par des supports 38, de l'autre côté du plancher mobile 8 comme présenté sur la figure 7. Il est également possible de concevoir une configuration du dispositif d'imagerie dans laquelle un tube de rayons X 34 et un panneau de détection 35 sont situé de chaque côté du plancher mobile 8. La disposition 25 de ce dispositif d'imagerie permet de prendre des clichés pour une pluralité de positions angulaires prises par l'unité d'irradiation 5. L'homme du métier peut concevoir une disposition particulière des tubes de rayons X et des panneaux de détection de sorte à imager à la fois des zones 30 intracrâniennes d'un patient et des zones au niveau du pelvis.

Liste des signes de référence

1	installation de hadron-thérapie	14	plafond de 6
2	portique rotatif	15	segment articulé de 8
3	axe de rotation horizontal	17	câble
4	support robotisé pour un lit	18	poulie
5	unité d'irradiation	19	contrepoids
6	chambre de traitement	20	cadre de traction
7	baie d'accès latérale vers 06	21	piston
8	plancher mobile	22	cellule de charge
8'	tronçon inférieur de 8	23'	paire de rails de traction de 8'
8''	tronçon supérieur de 8	23''	paire de rails de traction de 8''
9	espace de traitement	24'	liaison pivot de 8'
10	structure de guidage	24''	liaison pivot de 8''
10a	première portion de rails	25	première portion (linéaire) de 23', 23''
10b	deuxième portion de rails	26	seconde portion (bombée) de 23', 23''
10c	troisième portion de rails	27	axe central de 5
10d	quatrième portion de rails	28	faisceau laser
11'	première extrémité de 8'	29	patient
11''	première extrémité de 8''	30	source laser
12'	deuxième extrémité de 8'	31	ouverture dans 8
12''	deuxième extrémité de 8''	33	extrémité terminale de 5
13	sol de 6	34	tube RX
		35	panneau de détection RX
		36	faisceau RX
		37	iso-centre
		38	supports de suspension de 35

39 support pour 30
40' traverse de 20
42', éléments latéraux de
42'' 20
44', bras de suspension
44'' articulés
46', articulation entre
46'' 44', 44'' et 5
48', articulation entre
48'' 44', 44'' et 23', 23''
50 flèche

Revendications

1. Installation de hadron-thérapie (1) comprenant :
une unité d'irradiation (5) à axe de rotation horizontal
apte à tourner autour d'un espace de traitement entre une
5 première position angulaire (α), située au-dessus dudit
espace de traitement, et une seconde position angulaire
(β), située en-dessous dudit espace de traitement;
un plancher mobile (8', 8'') sous forme d'une bande
déformable en direction longitudinale, comprenant un
10 tronçon inférieur (8') et un tronçon supérieur (8'')
situés de part et d'autre de ladite unité d'irradiation
(5) ;
une structure de guidage guidant ledit plancher mobile
(8', 8'') le long d'un chemin autour dudit espace de
15 traitement de façon à ce qu'il forme en-dessous dudit
espace de traitement une surface de plancher sensiblement
horizontale et au-dessus de ladite surface de plancher une
paroi entourant ledit espace de traitement jusque dans
ladite première position angulaire (α);
20 ledit tronçon inférieur (8') étant tractable par ladite
unité d'irradiation (5) d'une position de garage
inférieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite
unité d'irradiation (5) occupe ladite deuxième position
angulaire (β), vers une position opérationnelle finale,
25 dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité
d'irradiation (5) occupe ladite première position
angulaire (α), et dans laquelle il forme ladite surface de
plancher sensiblement horizontale ; et
ledit tronçon supérieur (8'') étant tractable par ladite
30 unité d'irradiation (5) d'une position de garage
supérieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite
unité d'irradiation (5) occupe ladite première position
angulaire (α), vers une position opérationnelle finale,

dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation (5) occupe ladite seconde position angulaire (β), et dans laquelle il forme au moins partiellement ladite surface de plancher sensiblement horizontale ;

5 **caractérisée**

en ce que ledit tronçon inférieur (8') et ledit tronçon supérieur (8'') sont des tronçons de longueur finie comprenant chacun une extrémité libre ; et en ce qu'un dispositif de traction (17, 19) est connecté à
10 ladite extrémité libre dudit tronçon supérieur (8''), de façon à exercer sur ledit tronçon supérieur une force de traction en direction de ladite position de garage supérieure suffisante pour maintenir ledit tronçon supérieur sous tension axiale, ceci indépendamment de la
15 position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit dispositif de traction comprend un contrepoids (19) qui est connecté à ladite extrémité libre dudit
20 tronçon supérieur (8'') par au moins un câble (17) guidé par au moins une poulie (18).

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la partie terminale dudit tronçon supérieur (8'') est agencée au-dessus de ladite unité d'irradiation
25 (5), si le tronçon supérieur (8'') est agencé dans ladite position de garage supérieure.

4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que dans ladite position de garage supérieure, ledit tronçon supérieur (8'') forme une boucle ouverte, et la
30 partie terminale dudit tronçon supérieur (8'') est, de préférence, agencée dans un plan s'étendant au-dessus de ladite unité d'irradiation (5).

5. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la partie terminale dudit tronçon inférieur (8') est agencée en-dessous de ladite unité d'irradiation (5), si le tronçon inférieur (8') est agencé dans ladite position de garage inférieure.
6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que dans ladite position de garage inférieure, ledit tronçon inférieur (8') forme une boucle ouverte, et la partie terminale dudit tronçon inférieur (8') est, de préférence, agencée dans un plan s'étendant en-dessous de ladite unité d'irradiation (5).
7. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite structure de guidage comprends des rails de guidage (10), lesdits rails de guidage (10) comprenant de préférence : une première portion (10a) qui est apte à guider ledit plancher mobile (8', 8'') selon un chemin linéaire pour former ladite surface de plancher sensiblement horizontale en-dessous dudit espace de traitement ; une deuxième portion (10b) qui est apte à guider ledit plancher mobile (8', 8'') selon un chemin en forme d'arc de cercle pour former au-dessus de ladite surface de plancher sensiblement horizontale une surface en forme d'un segment de cylindre, qui entoure ledit espace de traitement jusque dans ladite première position angulaire (α) ; une troisième portion (10c) prolongeant ladite première portion (10a) vers le bas, qui est de préférence apte à guider ledit tronçon inférieur (8') selon un chemin en forme d'une boucle ouverte, pour former ladite position de garage inférieure pour ledit tronçon inférieur (8') ; et une quatrième portion (10d) prolongeant ladite deuxième portion (10b) vers le haut, qui est de préférence apte à guider ledit tronçon supérieur (8'') selon un chemin en

forme d'une boucle ouverte, pour former ladite position de garage supérieure pour ledit tronçon supérieur (8'').

8. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par :

5 un cadre de traction (20) rigide entourant ladite unité d'irradiation (5) avec un jeu fonctionnel de part et d'autre de celle-ci, ledit cadre de traction (20) étant supporté par ladite unité d'irradiation (5) de façon à ce que ladite unité de d'irradiation (5) en rotation puisse
10 se déplacer relativement par rapport audit cadre de traction (20) dans la limite dudit jeu fonctionnel ; lesdits tronçons (8', 8'') dudit plancher étant connectés de part et d'autre dudit cadre de traction (20) rigide; et des moyens de transmission d'efforts (21) agencés entre
15 ledit cadre de traction (20) et ladite unité d'irradiation (5) de façon à immobiliser ledit cadre de traction (20) dans une position centrale par rapport à ladite unité d'irradiation (5), aussi longtemps que l'effort transmis par lesdits moyens de transmission d'efforts (21) reste
20 inférieur à une valeur seuil, lesdits moyens de transmission d'efforts (21) comprenant au moins un élément de sécurité qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil, pour permettre un déplacement relatif de l'unité d'irradiation(5) par
25 rapport audit cadre de traction (20) en profitant dudit jeu fonctionnel.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée par :

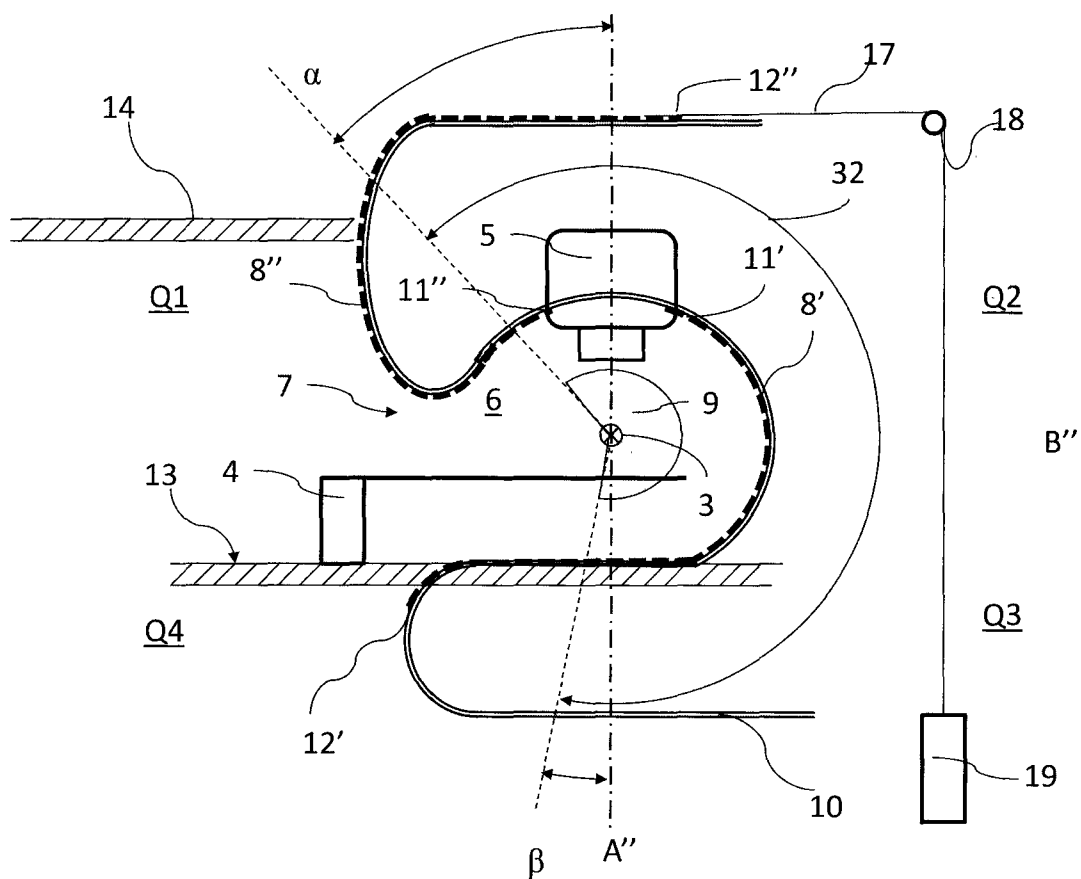
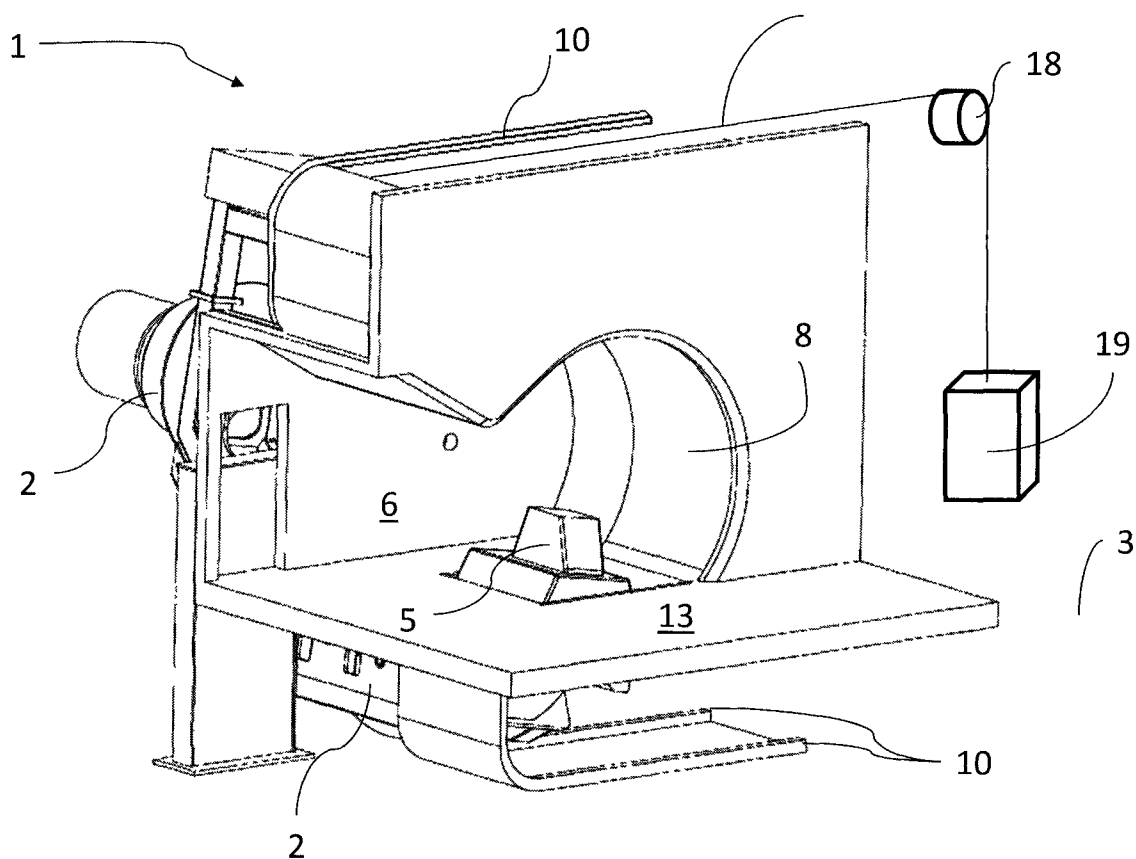
un dispositif de détection apte à détecter que l'élément de sécurité a cédé ; et
30 un système de contrôle apte déclencher un arrêt d'urgence de la rotation de ladite unité d'irradiation (5) lorsque ledit dispositif de détection détecte que l'élément de sécurité a cédé.

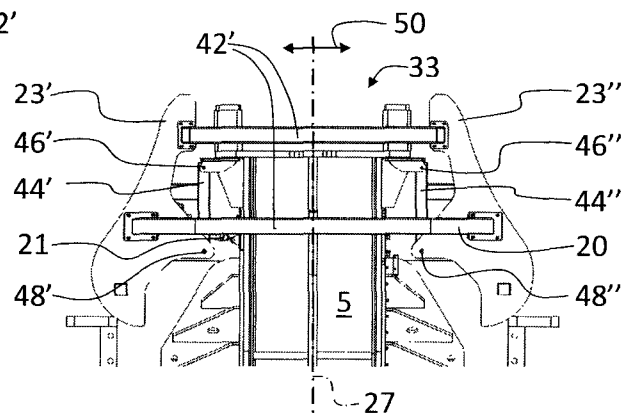
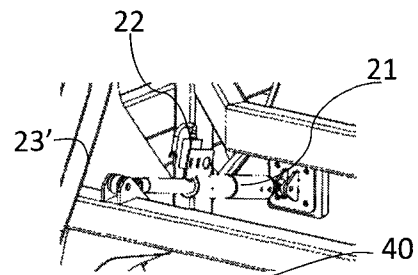
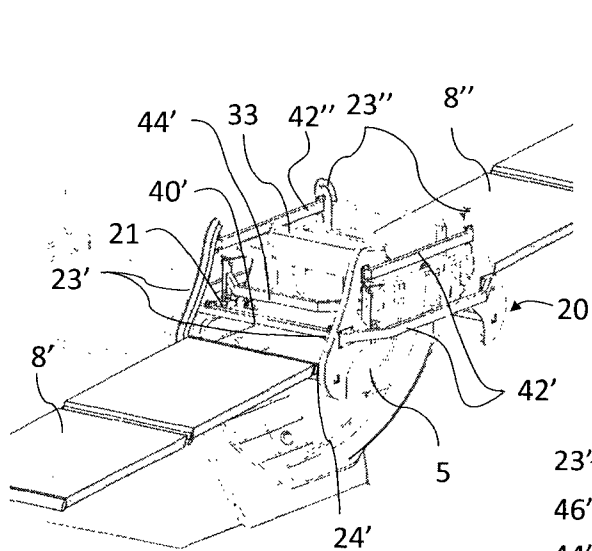
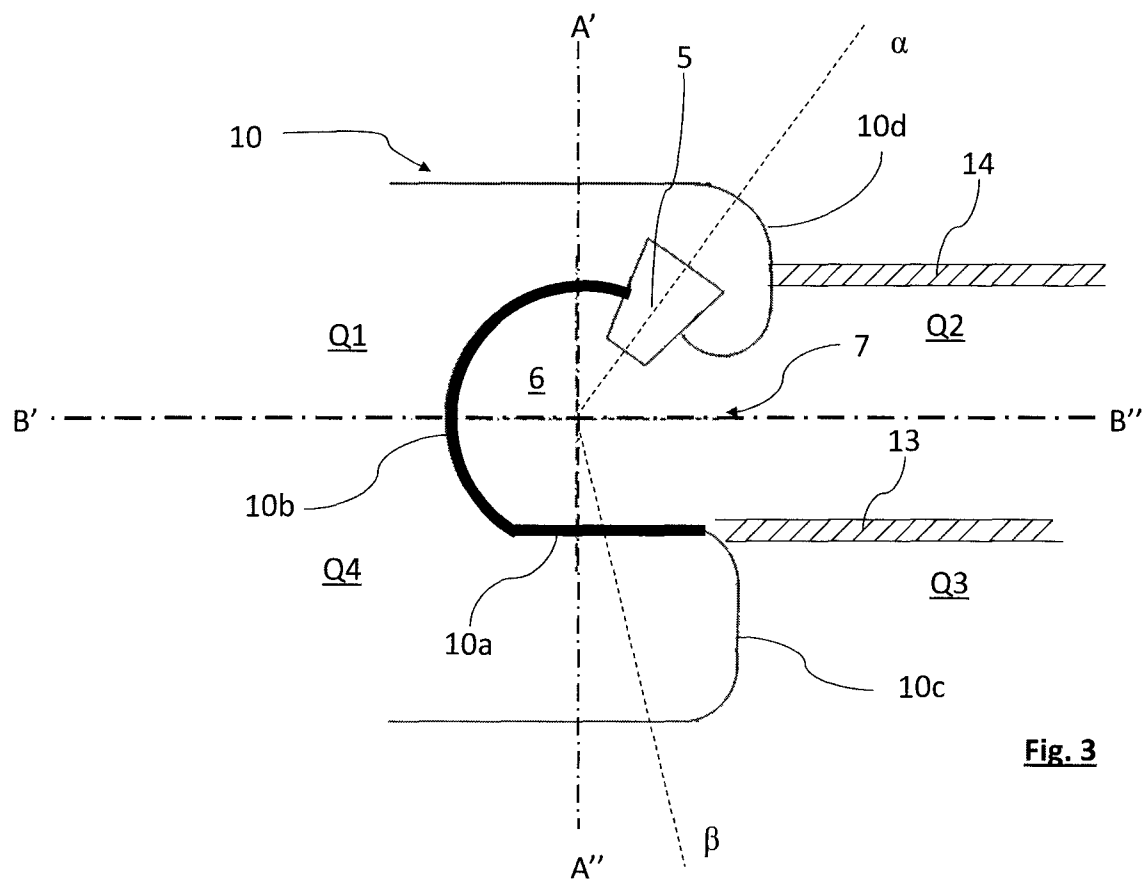
2012/0605

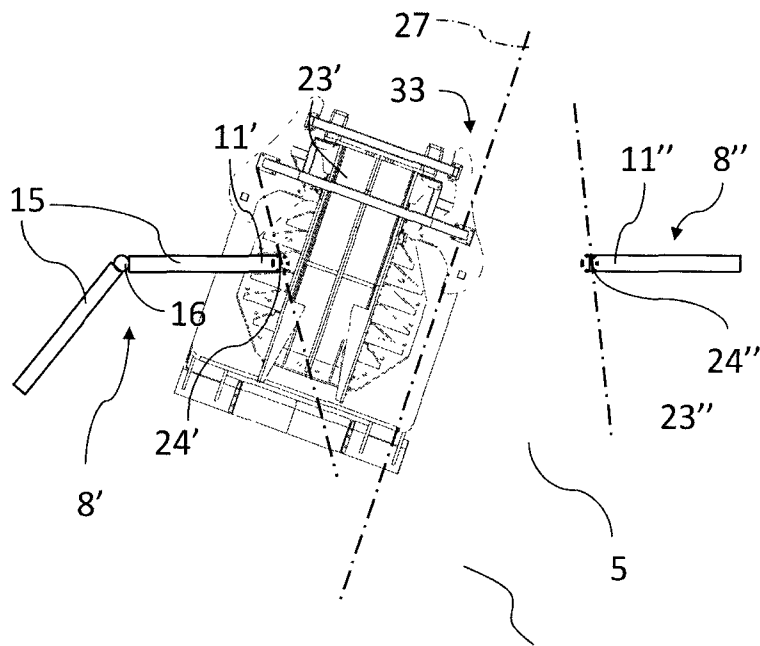
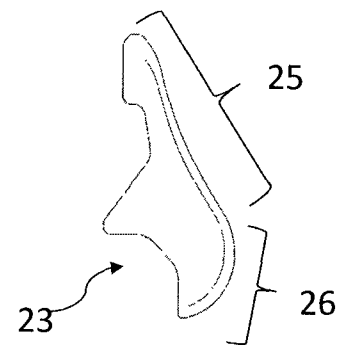
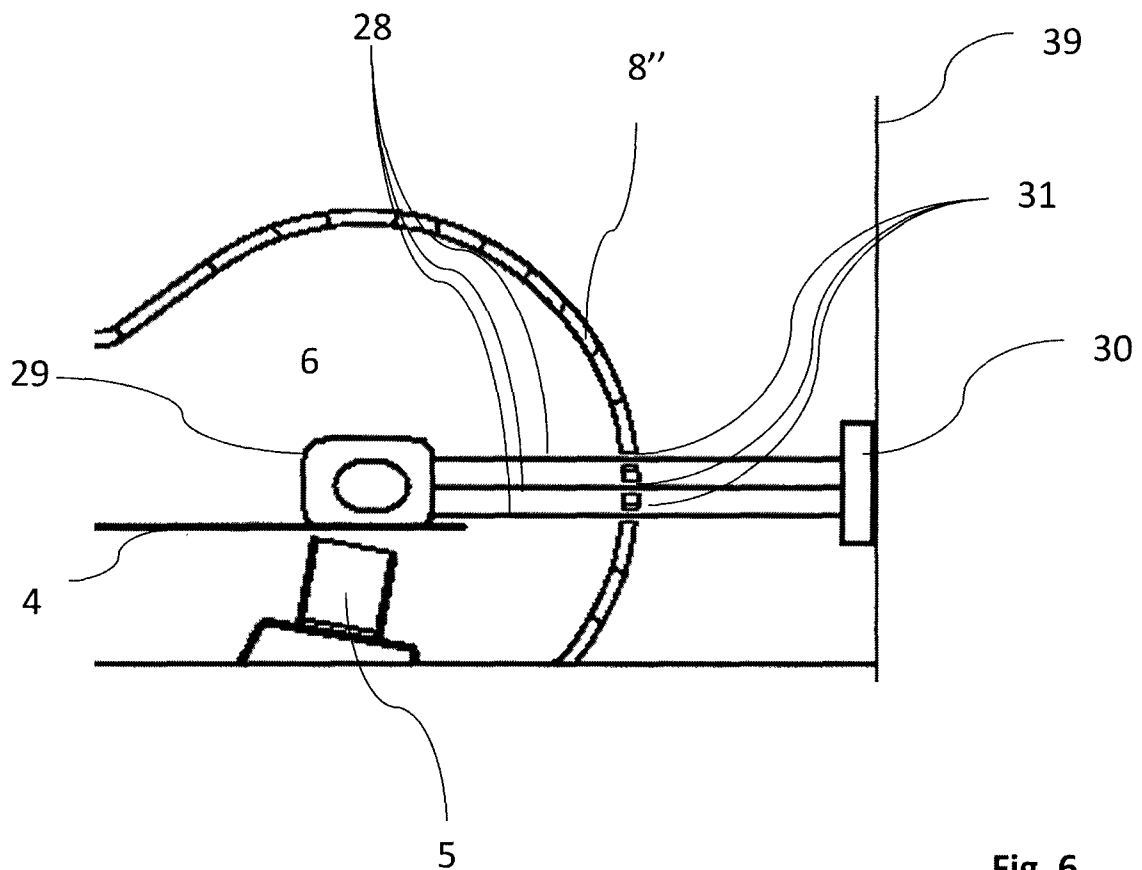
10. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce que ledit cadre de traction (20) est supporté par ladite unité d'irradiation (5) par l'intermédiaire de deux bras de suspension (44', 44''), de façon à former un mécanisme à quatre articulations (46', 48', 46'', 48'') agencées aux quatre coins d'un parallélogramme.
11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que ;
- lesdits moyens de transmission d'efforts comprennent au moins un élément télescopique dont l'extension et le raccourcissement sont bloqués par au moins une clavette d'arrêt, qui forme ledit élément de sécurité qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil.
12. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que la connexion entre ladite unité d'irradiation (5) et ledit tronçon inférieur (8'), comprend un joint pivot (24') et un rail de traction (23'), ce rail de traction guidant ledit joint pivot (24') selon une trajectoire définie pour optimiser la transmission d'un effort de traction sur ledit tronçon inférieur (8'), et en ce que la connexion entre ladite unité d'irradiation (5) et ledit tronçon supérieur (8''), comprend un joint pivot (24'') et un rail de traction (23''), ce rail de traction guidant ledit joint pivot (24'') selon une trajectoire définie pour optimiser la transmission d'un effort de traction dudit cadre de traction (20) sur ledit tronçon supérieur (8'').
13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit rail de traction (23', 23'') définit : une portion de trajectoire (25) substantiellement linéaire; suivie d'une portion de trajectoire convexe arrondie (26).

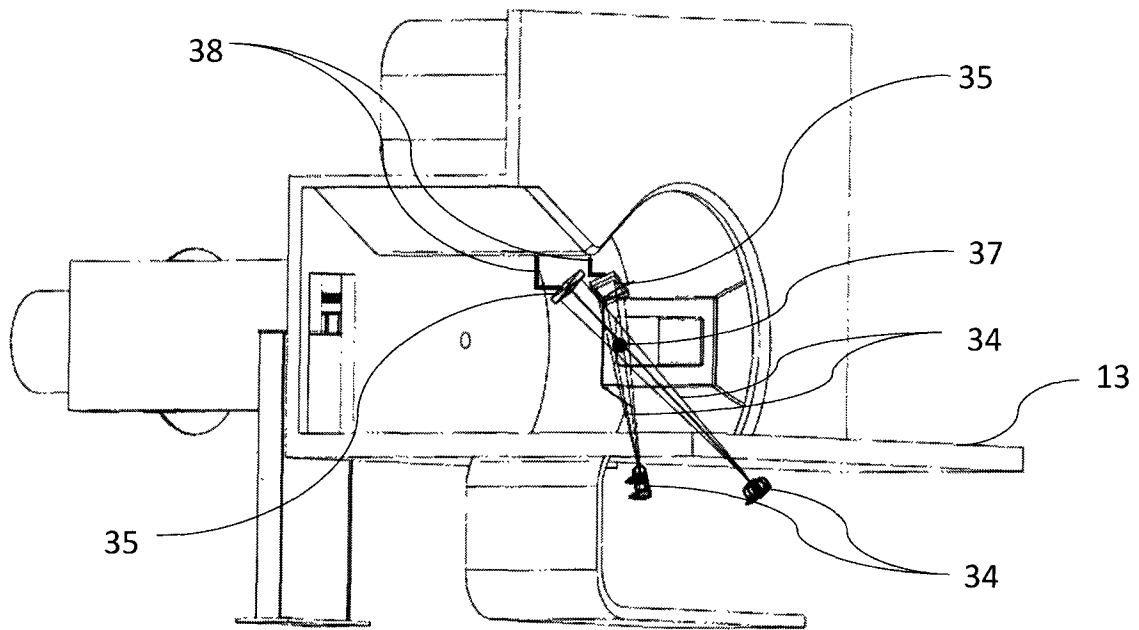
14. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend une source laser (30) apte à produire un faisceau laser (28) pour le positionnement d'un patient (29), ladite source laser (30) étant positionnée sur un support (39) derrière ledit plancher mobile (8', 8''), et au moins un desdits tronçons de plancher (8', 8'') comprenant une ouverture (31) pour le passage dudit faisceau laser (28).
15. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif d'imagerie situé de part et d'autre dudit plancher mobile (8', 8'') et ledit dispositif d'imagerie comprenant de préférence un tube de rayons X (34) et un panneau de détection (35) de rayons X.
16. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit plancher mobile (8', 8'') comprend une pluralité de segments (15) transversaux qui sont articulés entre eux de façon à ce que ledit plancher mobile (8', 8'') puisse suivre le chemin défini par ladite structure de guidage.
17. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que :
- si l'on numérote les quatre quadrants définis par un plan horizontal (B', B'') et un plan vertical (A', A'') contenant tous les deux ledit axe de rotation (3) comme suit :
- le premier et le deuxième quadrant sont localisés l'un à côté de l'autre au-dessus dudit plan horizontal (B', B'') ;
- le troisième quadrant est localisé en-dessous dudit deuxième quadrant ; et
- le quatrième quadrant est localisé en-dessous dudit premier quadrant ;
- alors :

dans ladite première position angulaire (α), ladite unité d'irradiation (5) est agencée dans ledit premier quadrant ; et
dans ladite deuxième position angulaire (β), ladite unité
5 d'irradiation (5) est agencée soit à la limite dudit troisième et dudit quatrième quadrant soit dans ledit quatrième quadrant.





**Fig. 5a****Fig. 5b****Fig. 6**

**Fig. 7**

SR

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ETABLI EN VERTU DE L'ARTICLE 21 § 9 DE LA LOI BELGE SUR LES BREVETS D'INVENTION DU 28 MARS 1984

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE BPIBAA0137BE00	
Demande nationale belge n° 2012/0605		Date du dépôt 11-09-2012	
		Date de priorité revendiquée	
Déposant (Nom) ION BEAM APPLICATIONS S.A.			
Date de la requête d'une recherche de type international 19-10-2012		Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international SN 59000	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB A61N5/10			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		A61N	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. <input type="checkbox"/> IT A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. <input checked="" type="checkbox"/> ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ETENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 201200605

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. A61N5/10

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)

A61N

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 réalisable, termes de recherche utilisés)

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>ABSENCE D'UNITE D'INVENTION voir feuille supplémentaire B -----</p> <p>EP 1 402 923 A1 (HITACHI LTD [JP]; HITACHI SETSUBI ENG KK [JP]) 31 mars 2004 (2004-03-31) * alinéa [0001] * * alinéa [0021]; figures 6-7 *</p>	1-17
A	<p>US 2008/315111 A1 (SOMMER ANDRES [DE]) 25 décembre 2008 (2008-12-25) * alinéa [0002] * * alinéa [0032] - alinéa [0033]; figure 2 * * alinéa [0037] * * alinéa [0034] *</p> <p>----- -/-</p>	1-17



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 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, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt 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 de type international a été effectivement achevée

18 avril 2013

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

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

Ekstrand, Vilhelm

C.(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2010/076270 A1 (ION BEAM APPLIC SA [BE]; HAVELANGE YORICK [BE]; DE NEUTER SEBASTIEN [B] 8 juillet 2010 (2010-07-08) * alinéa [0041] - alinéa [0070]; figures 1-3 *	1-17
A	----- US 5 993 373 A (NONAKA HIDEKI [JP] ET AL) 30 novembre 1999 (1999-11-30) * colonne 4, ligne 13 - ligne 35; figures 1-3 * * colonne 4, ligne 63 - colonne 5, ligne 3; figure 5 * -----	1-17

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

SN 59000
BE 201200605

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-17

Installation de hadron thérapie comprenant un dispositif de traction pour éviter blocage du plancher mobile

2. revendications: 18-23

Installation de hadron thérapie comprenant un cadre de traction pour l'unité d'irradiation

La recherche a été limitée au premier sujet.

Absence d'unité de l'invention

1 Les raisons pour lesquelles les inventions ne sont pas liées entre elles de telle sorte qu'elles ne forment qu'un seul concept inventif général sont les suivantes :

2 Revendication 1 (Invention 1)

L'état de la technique, qui a été identifié comme étant D1, divulgue Installation de hadron-thérapie (alinéa [0001]) comprenant une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement entre une première position angulaire, située au-dessus dudit espace de traitement, et une seconde position angulaire, située en-dessous dudit espace de traitement (figure 6, (4): l'unité d'irradiation est capable d'avoir deux positions); un plancher mobile sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale, comprenant un tronçon inférieur et un tronçon supérieur situés de part et d'autre de ladite unité d'irradiation (figure 6, (17)): On peut définir un tronçon supérieur et un tronçon inférieur de part et d'autre de l'unité d'irradiation (4), si celle-ci passe de la position correspondante à 1 h (première position) à 5 h (deuxième position) sur figure 6)

une structure de guidage guidant ledit plancher mobile le long d'un chemin autour dudit espace de traitement de façon à ce qu'il forme en-dessous dudit espace de traitement une surface de plancher sensiblement horizontale et au-dessus de ladite surface de plancher une paroi entourant ledit espace de traitement jusque dans ladite première position angulaire (alinéa [0021]; figures 6-7, (56))

ledit tronçon inférieur étant tractable par ladite unité d'irradiation d'une position de garage inférieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite deuxième position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite première position angulaire, et dans laquelle il forme ladite surface de plancher sensiblement horizontale (alinéa [0021]; figures 6-7, (60), (61)): on peut considérer certaines parties de la structure de guidage comme garage, par exemple entre 8 et 11 heures sur figure 6); et

ledit tronçon supérieur étant tractable par ladite unité d'irradiation d'une position de garage supérieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite première position angulaire,

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

SN 59000
BE 201200605

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite seconde position angulaire, et dans laquelle il forme au moins partiellement ladite surface de plancher sensiblement horizontale (se référer aux passages ci-dessus).

1.1 Par conséquent, la caractéristique technique suivante de la revendication 1 apporte une contribution par rapport à l'état de la technique et peut être considérée comme une caractéristique technique particulière :

ledit tronçon inférieur et ledit tronçon supérieur sont des tronçons de longueur finie comprenant chacun une extrémité libre et en ce qu'un dispositif de traction est connecté à ladite extrémité libre dudit tronçon supérieur, de façon à exercer sur ledit tronçon supérieur une force de traction en direction de ladite position de garage supérieure suffisante pour maintenir ledit tronçon supérieur sous tension axiale, ceci indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation.

1.1 Le problème résolu par cette caractéristique technique particulière peut donc être interprété comme étant d'augmenter les positions possibles et en même temps assister l'entraînement des tronçons et réduire le risque de blocage de tronçon supérieur.

1 Revendication 18 (Invention 2)
L'état de la technique, qui a été identifié comme étant D1, divulgue Installation de hadron-thérapie (alinéa [0001]) comprenant une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement (figure 6, (4)); un plancher mobile sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale et guidée dans une structure de guidage, comprenant un tronçon de part et d'autre de ladite unité d'irradiation (alinéa [0021]; figures 6-7, (17), (4)); et un mécanisme de traction agencé entre l'unité d'irradiation et les deux tronçons du plancher mobile, de façon à ce que l'unité d'irradiation puisse entraîner lesdits tronçons de plancher via ce mécanisme de traction lorsqu'elle tourne autour de son axe de rotation (alinéa [0021]; figures 6-7, (56), (60), (61)).

1.1 Par conséquent, la caractéristique technique suivante de la revendication 18 apporte une contribution par rapport à l'état de la technique et peut être considérée comme une caractéristique technique particulière :

ledit mécanisme de traction comprend un cadre de traction rigide entourant ladite unité d'irradiation avec un jeu fonctionnel de part et d'autre de celle-ci, ledit cadre de traction étant supporté par ladite unité d'irradiation de façon à ce que ladite unité de d'irradiation en rotation puisse se déplacer relativement par rapport audit cadre de traction dans la limite dudit jeu fonctionnel; lesdits tronçons dudit plancher étant connectés de part et d'autre dudit cadre de traction rigide; et des moyens de transmission d'efforts agencés entre ledit cadre de traction et ladite unité d'irradiation de façon à immobiliser ledit cadre de traction dans une position centrale par rapport à ladite unité d'irradiation, aussi longtemps que l'effort transmis par lesdits moyens de transmission d'efforts reste inférieur à

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

SN 59000
BE 201200605

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

une valeur seuil, lesdits moyens de transmission d'efforts comprenant au moins un élément de sécurité qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil, pour permettre un déplacement relatif de l'unité d'irradiation par rapport audit cadre de traction en profitant dudit jeu fonctionnel.

1.1 Le problème résolu par cette caractéristique technique particulière peut donc être interprété comme étant de protéger l'unité d'irradiation en butant un obstacle, par exemple un plancher bloqué.

3 Donc, il apparaît qu'il n'existe pas d'effet technique correspondant. Par conséquent, ni le problème objectif qui sous-tend les objets des inventions revendiquées, ni leurs solutions définies par les caractéristiques techniques particulières ne permettent d'établir un lien entre lesdites inventions qui implique un seul concept inventif général. En conclusion, les groupes d'inventions ne sont pas liés entre eux par des caractéristiques techniques particulières communes ou correspondantes et ils définissent 2 inventions différentes qui ne sont pas liées par un seul concept inventif général. La présente demande ne satisfait donc pas aux exigences d'unité de l'invention.

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

BE 201200605

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 1402923	A1	31-03-2004	AU 2003203993 A1	22-04-2004
			DE 60307564 T2	09-08-2007
			EP 1402923 A1	31-03-2004
			JP 3748426 B2	22-02-2006
			JP 2004121309 A	22-04-2004
			US 2004061077 A1	01-04-2004
			US 2004061078 A1	01-04-2004
			US 2004111134 A1	10-06-2004

US 2008315111	A1	25-12-2008	DE 102007029192 B3	29-01-2009
			US 2008315111 A1	25-12-2008

WO 2010076270	A1	08-07-2010	EP 2384229 A1	09-11-2011
			JP 2012513852 A	21-06-2012
			US 2011299657 A1	08-12-2011
			WO 2010076270 A1	08-07-2010

US 5993373	A	30-11-1999	BE 1011949 A3	07-03-2000
			JP 3519248 B2	12-04-2004
			JP H1147287 A	23-02-1999
			US 5993373 A	30-11-1999

SR offend



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN59000	Date du dépôt (jour/mois/année) 11.09.2012	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE201200605
Classification internationale des brevets (CIB) INV. A61N5/10			
Déposant ION BEAM APPLICATIONS S.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☒ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☒ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☐ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☒ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de titre) (Janvier 2007)	Examineur Ekstrand, Vilhelm
---	--------------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°

BE201200605

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle

La question de savoir si l'objet de l'invention revendiquée semble être nouveau, impliquer une activité inventive ou être susceptible d'application industrielle n'a pas été examinée pour ce qui concerne :

- ☐ l'ensemble de la demande
- ☒ les revendications nos 18-23

parce que :

- ☐ la demande ou les revendications nos. en question, se rapportent à l'objet suivant, à l'égard duquel l'administration n'est pas tenue d'effectuer une recherche:
- ☐ les revendications, la description, ou les dessins ou les revendications nos. en question ne sont pas clairs, de sorte qu'il n'est pas possible de formuler une opinion valable :
- ☐ les revendications, ou les revendications nos en question, ne se fondent pas de façon adéquate sur la description, de sorte qu'il n'est pas possible de formuler une opinion valable :
- ☐ il n'a pas été établi de rapport de recherche pour toute la demande ou pour les revendications nos en question.
- ☐ une opinion valable n'a pas pu être formulée en l'absence d'un listage, le cas échéant sous format conforme à la norme internationale (OMPI ST.25), des séquences de nucléotides ou d'acides aminés.
- ☐ une opinion valable n'a pas pu être formulée en l'absence des tableaux relatifs au listage des séquences de nucléotides ou d'acides aminés, ou ceux-ci n'étant pas fournis sous forme électronique selon la norme internationale (OMPI ST.25).
- ☐ Voir le cadre supplémentaire pour de plus amples détails.

Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention

1. Il est estimé que l'exigence d'unité de l'invention n'est pas satisfaite pour les raisons suivantes :

voir feuille séparée

2. La présente opinion a été établie à partir des parties suivantes de la demande :

- ☐ toutes les parties de la demande
- ☒ les parties relatives aux revendications nos (voir Rapport de Recherche)

OPINION ÉCRITE

Demande n°

BE201200605

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications	1-17
	Non : Revendications	
Activité inventive	Oui : Revendications	1-17
	Non : Revendications	
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications	1-17
	Non : Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

Il est fait référence aux documents suivants :

- D1 EP 1 402 923 A1 (HITACHI LTD [JP]; HITACHI SETSUBI ENG KK [JP])
 31 mars 2004 (2004-03-31)
- D2 US 2008/315111 A1 (SOMMER ANDRES [DE]) 25 décembre 2008
 (2008-12-25)

Ad point IV

Absence d'unité de l'invention

- 1 On considère qu'il existe 2 inventions couvertes par les revendications suivantes :
1. (revendications 1-17) Installation de hadron thérapie comprenant un dispositif de traction pour éviter le blocage du plancher mobile.
2. (revendications 18-23) Installation de hadron thérapie comprenant un cadre de traction pour l'unité d'irradiation.
- 1.1 Les raisons pour lesquelles les inventions ne sont pas liées entre elles de telle sorte qu'elles ne forment qu'un seul concept inventif général sont les suivantes :
- 2 **Revendication 1 (Invention 1)**

L'état de la technique, qui a été identifié comme étant D1, divulgue

Installation de hadron-thérapie (alinéa [0001]) comprenant

une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement entre une première position angulaire, située au-dessus dudit espace de traitement, et une seconde position angulaire, située en-dessous dudit espace de traitement (figure 6, (4): l'unité d'irradiation est capable d'avoir deux positions);

un plancher mobile sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale, comprenant un tronçon inférieur et un tronçon supérieur situés de part et d'autre de ladite unité d'irradiation (figure 6, (17): On peut définir un tronçon supérieur et un tronçon inférieur de part et d'autre de l'unité d'irradiation (4), si celle-ci passe de la position correspondante a 1 h (première position) à 5 h (deuxième position) sur figure 6)

une structure de guidage guidant ledit plancher mobile le long d'un chemin autour dudit espace de traitement de façon à ce qu'il forme en-dessous dudit espace de traitement une surface de plancher sensiblement horizontale et au-

dessus de ladite surface de plancher une paroi entourant ledit espace de traitement jusque dans ladite première position angulaire (alinéa [0021]; figures 6-7,(56))

ledit tronçon inférieur étant tractable par ladite unité d'irradiation d'une position de garage inférieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite deuxième position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite première position angulaire, et dans laquelle il forme ladite surface de plancher sensiblement horizontale (alinéa [0021]; figures 6-7,(60),(61):on peut considérer certaines parties de la structure de guidage comme garage, par exemple entre 8 et 11 heures sur figure 6); et

ledit tronçon supérieur étant tractable par ladite unité d'irradiation d'une position de garage supérieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite première position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite seconde position angulaire, et dans laquelle il forme au moins partiellement ladite surface de plancher sensiblement horizontale (se référer aux passages ci-dessus).

- 2.1 Par conséquent, la caractéristique technique suivante de la revendication 1 apporte une contribution par rapport à l'état de la technique et peut être considérée comme une caractéristique technique particulière :

ledit tronçon inférieur et ledit tronçon supérieur sont des tronçons de longueur finie comprenant chacun une extrémité libre et en ce qu'un dispositif de traction est connecté à ladite extrémité libre dudit tronçon supérieur, de façon à exercer sur ledit tronçon supérieur une force de traction en direction de ladite position de garage supérieure suffisante pour maintenir ledit tronçon supérieur sous tension axiale, ceci indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation.

- 2.2 Le problème résolu par cette caractéristique technique particulière peut donc être interprété comme étant d'**augmenter les positions possibles et en même temps assister l'entraînement des tronçons et réduire le risque de blocage de tronçon supérieur.**

3 Revendication 18 (Invention 2)

L'état de la technique, qui a été identifié comme étant D1, divulgue

Installation de hadron-thérapie (alinéa [0001]) comprenant

une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement (figure 6, (4));

un plancher mobile sous forme d'une bande déformable en direction longitudinale et guidée dans une structure de guidage, comprenant un tronçon de part et d'autre de ladite unité d'irradiation (alinéa [0021]; figures 6-7, (17), (4)); et

un mécanisme de traction agencé entre l'unité d'irradiation et les deux tronçons du plancher mobile, de façon à ce que l'unité d'irradiation puisse entraîner lesdits tronçons de plancher via ce mécanisme de traction lorsqu'elle tourne autour de son axe de rotation (alinéa [0021]; figures 6-7, (56), (60), (61)).

- 3.1 Par conséquent, la caractéristique technique suivante de la revendication 18 apporte une contribution par rapport à l'état de la technique et peut être considérée comme une caractéristique technique particulière :

ledit mécanisme de traction comprend

un cadre de traction rigide entourant ladite unité d'irradiation avec un jeu fonctionnel de part et d'autre de celle-ci, ledit cadre de traction étant supporté par ladite unité d'irradiation de façon à ce que ladite unité de d'irradiation en rotation puisse se déplacer relativement par rapport audit cadre de traction dans la limite dudit jeu fonctionnel;

lesdits tronçons dudit plancher étant connectés de part et d'autre dudit cadre de traction rigide; et des moyens de transmission d'efforts agencés entre ledit cadre de traction et ladite unité d'irradiation de façon à immobiliser ledit cadre de traction dans une position centrale par rapport à ladite unité d'irradiation, aussi longtemps que l'effort transmis par lesdits moyens de transmission d'efforts reste inférieur à une valeur seuil, lesdits moyens de transmission d'efforts comprenant au moins un élément de sécurité qui cède lorsque l'effort transmis devient supérieur à ladite valeur seuil, pour permettre un déplacement relatif de l'unité d'irradiation par rapport audit cadre de traction en profitant dudit jeu fonctionnel.

3.2 Le problème résolu par cette caractéristique technique particulière peut donc être interprété comme étant de **protéger l'unité d'irradiation en butant un obstacle, par exemple un plancher bloqué.**

4 Donc, il apparaît qu'il n'existe pas d'effet technique correspondant. Par conséquent, ni le problème objectif qui sous-tend les objets des inventions revendiquées, ni leurs solutions définies par les caractéristiques techniques particulières ne permettent d'établir un lien entre lesdites inventions qui implique un seul concept inventif général.

En conclusion, les groupes d'inventions ne sont pas liés entre eux par des caractéristiques techniques particulières communes ou correspondantes et ils définissent 2 inventions différentes qui ne sont pas liées par un seul concept inventif général. La présente demande ne satisfait donc pas aux exigences d'unité de l'invention.

Ad point V (PREMIÈRE INVENTION)

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

5 La combinaison des caractéristiques de la revendication 1 n'est pas comprise dans l'état de la technique et n'en découle pas de façon évidente.

5.1 D2, qui peut être considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue;

Installation de hadron-thérapie (alinéa [0002]) comprenant

une unité d'irradiation à axe de rotation horizontal apte à tourner autour d'un espace de traitement entre une première position angulaire, située au-dessus dudit espace de traitement, et une seconde position angulaire, située en-dessous dudit espace de traitement (alinéa [0032] - alinéa [0033]; figure 2: une unité d'irradiation a implicitement deux positions extrêmes quand la paroi (10) est ouverte);

un plancher mobile déformable en direction longitudinale, comprenant un tronçon inférieur et un tronçon supérieur situés de part et d'autre de ladite unité d'irradiation ([0033]et figure 2,(24): on peut définir un tronçon supérieur et un tronçon inférieur de part et d'autre de la unité d'irradiation (4), si le patient est positionné comme dans figure 2)

une structure de guidage guidant ledit plancher mobile le long d'un chemin autour dudit espace de traitement de façon à ce qu'il forme en-dessous dudit espace de traitement une surface de plancher sensiblement horizontale et au-dessus de ladite surface de plancher une paroi entourant ledit espace de traitement jusque dans ladite première position angulaire ([0033]-[0034] et [0037]:le forme hexagone)

ledit tronçon inférieur étant tractable par ladite unité d'irradiation d'une position de garage inférieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite deuxième position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite première position angulaire, et dans laquelle il forme ladite surface de plancher sensiblement horizontale ([0033]: si le patient est positionné comme sur la figure 2, il est implicite que la partie de paroi (24) est située dans un position de garage à la première position (environ 10 heures dans figure 2) et qu'il forme ladite surface horizontale à la deuxième position (environ 8 heures dans figure 2). En plus le tronçon inférieur est tractable par ladite unité d'irradiation par la paroi arrière du "gantry" (4) comme divulgué dans [0032]); et

ledit tronçon supérieur étant tractable par ladite unité d'irradiation d'une position de garage supérieure, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite première position angulaire, vers une position opérationnelle finale, dans laquelle il se trouve lorsque ladite unité d'irradiation occupe ladite seconde position angulaire, et dans laquelle il forme au moins partiellement ladite surface de plancher sensiblement horizontale (se référer aux passages ci-dessus, mutatis mutandis).

ledit tronçon inférieur et ledit tronçon supérieur sont des tronçons de longueur finie comprenant chacun une extrémité libre (figure 2)

5.2 Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce D1 connu en ce que,

- le plancher mobile est sous forme d'une bande déformable
- et en ce qu'un dispositif de traction est connecté à ladite extrémité libre dudit tronçon supérieur, de façon à exercer sur ledit tronçon supérieur une force de traction en direction de ladite position de garage supérieure suffisante pour maintenir ledit tronçon supérieur sous tension axiale, ceci indépendamment de la position angulaire et du sens de déplacement de l'unité d'irradiation.

- 5.3 Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme de proposer **une façon alternative de tracter le plancher mobile et en même temps assister l'entraînement des tronçons et réduire le risque de blocage de tronçon supérieure.**
- 5.4 La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande peut être considérée comme impliquant une activité inventive parce que l'homme du métier ne trouverait aucun document dans l'état de la technique divulguant ce problème combiné et ces caractéristiques combinées.

Ad point VIII

Revendication 12, dépendant de revendications 1-11, n'est pas claire parce qu'il parle d'un carte qui est introduit dans la revendication 8.