

Description

[0001] L'invention concerne des dispositifs de sécurité, constitués, en particulier, de mâts, de câbles, de cordages et de filets, dispositifs destinés à absorber l'énergie cinétique que représente un skieur tombant à grande vitesse et à l'arrêter dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

[0002] Les organisateurs des compétitions de ski, en particulier des compétitions de « descente », ont eu à déplorer au cours des trente dernières années, un nombre non négligeable d'accidents, dont certains mortels ; les victimes étaient les coureurs auxquels il arrivait de tomber à vitesse élevée et, perdant le contrôle de leur trajectoire, de heurter violemment des obstacles se trouvant en bordure de piste ou à petite distance de ces bords.

[0003] Entre les années 1970 et 1980 les organisateurs ont commencé à mettre en place des filets sur les bords des pistes, aux endroits qui leur paraissaient les plus dangereux ; ces filets étaient placés sur des piquets ou des câbles tendus entre des arbres, installés toujours avec des moyens de fortune et sans qu'une étude préalable ait permis de déterminer exactement l'efficacité des moyens de protection ainsi mis en place.

[0004] C'est à partir de 1976, à l'occasion des Jeux Olympiques d'Hiver qui se déroulèrent à Innsbruck, en Autriche, qu'une approche plus scientifique des choses se manifesta ; des dispositifs d'absorption d'énergie furent alors mis en place, dispositifs dont le principe de fonctionnement résultait d'une réflexion sur les énergies, les longueurs et les forces mises en jeu lorsqu'un skieur tombait à relativement grande vitesse dans les filets de ces dispositifs.

[0005] La Fédération Internationale de Ski (F.I.S.) avait émis, à l'occasion d'une réunion des responsables des pistes de compétition à Sterzing, au Sud Tyrol italien, au mois de mai 1976, une recommandation aux termes de laquelle des filets devaient être placés aux endroits dangereux, filets qui devaient arrêter sans leur causer de dommage, des skieurs de 80 kilogs tombant dans ces filets à une vitesse de 100 kilomètres à l'heure ; à partir de ce moment, a été mis au point et développé un système qui résultait de l'analyse de l'énergie à absorber (celle d'un skieur de 80 kilogs à 28 mètres/seconde, soit 31.360 joules) ; cette analyse tenait également compte de l'angle probable d'incidence du skieur dans le plan d'un filet incliné à 60° et de la décomposition subséquente de l'énergie d'impact en une composante ascensionnelle, une composante de glissement et une composante de pénétration, ce qui réduisait sensiblement l'énergie totale à absorber effectivement ; il était admis d'autre part que la décélération maximale supportable par le skieur était de 10 « g » ; une distance de freinage de 6 mètres avec une force de réaction du dispositif s'élevant progressivement au fur et à mesure de la pénétration du skieur dans ce dispositif jusqu'à 1000 daN permettait de résoudre le

problème posé par la recommandation de la F.I.S.

[0006] Il était constaté toutefois, que le filet seul ne pouvait fournir l'allongement de 6 mètres exigé par l'hypothèse ci-dessus, tout défaut d'allongement résultant dans une augmentation des forces de réaction avec risque de traumatismes graves pour le skieur et/ou rupture du filet ou de ses supports ;

[0007] La solution adoptée, étant constaté que l'allongement du filet ne permettait pas d'apporter plus que 3 mètres environ de distance de freinage, consistait à poser le filet sur une structure métallique déformable qui apportait alors les 3 mètres complémentaires d'allongement ; elle était constituée de mâts travaillant en compression, mâts dont la base était articulée et dont le sommet pouvait donc se déplacer dans toutes les directions ; ces mâts étaient reliés à leur sommet par des câbles d'acier souples et étaient maintenus par des haubans ancrés à l'extérieur de la piste ; le rapprochement des deux mâts situés de part et d'autre du point d'impact, la réduction de la flèche des haubans permettant l'inclinaison des mâts vers la piste, enfin l'allongement des cordages maintenant le filet sur ses quatre cotés, droite et gauche et haut et bas, tous ces effets ajoutaient entre deux à trois mètres d'allongement au point d'impact ; le schéma de la figure N°1 représente ce type de dispositif ; le filet 1 est maintenu par des cordages verticaux supérieurs 2, des cordage verticaux inférieurs 3 et des mouflages latéraux 4 ; un câble porteur 5 relie les mâts 6 entre eux ; ces mâts sont maintenus inclinés par des haubans 7, lesquels, comme le câble porteur 5, présentent une flèche proportionnelle à la tension du système et à la longueur du câble ou du hauban ; des bâches 8 protègent le bas du filet.

[0008] Ce type de dispositif a, pendant plus de 20 années, donné satisfaction dans la mesure où les dispositifs en question étaient correctement calculés et conçus et, également, dans la mesure où ils étaient bien entretenus ; il faut rappeler encore ici que ces constructions sont des dispositifs d'absorption d'énergie, cette absorption d'énergie est réalisée par l'application d'une force qui augmente au fur et à mesure que le dispositif se déforme, le « travail » d'arrêt du skieur étant obtenu par la force dont le point d'application s'est déplacé sur une longueur correspondant à la déformation du dispositif ; toute force appliquée au dispositif produit un travail (ralentissement du skieur), entraîne sa déformation et réduit sa capacité d'absorption d'énergie ; ainsi, l'on a pu constater que des dispositifs du type décrit ci-dessus avaient perdu l'essentiel de cette capacité du fait de l'accumulation de neige sur le bas de ces filets, neige poussée par les engins de damage dégageant la piste après une chute de neige ; les haubans de ces systèmes étaient extrêmement tendus et il n'y avait pratiquement plus de flèche disponible pour permettre un mouvement des mâts ; il en allait de même des câbles et des cordages associés aux filets lesquels étaient en état d'allongement maximum ; il suffisait alors d'une simple surcharge pour entraîner la rupture d'un des éléments du dis-

positif et, en priorité, de l'élément le plus faible, c'est à dire du filet lui aussi en sur-tension.

[0009] Cependant, ce type de dispositifs pour l'arrêt des skieurs est remis en cause pour deux raisons : la première résulte dans le fait que les nouvelles techniques du ski, celles liées aux skis dit « carvés » permettant des virages suivant un angle dont le rayon est considérablement réduit comparé à ce qu'il en est avec les skis de conception antérieure, font qu'il est pratiquement impossible de prévoir la trajectoire d'un skieur ayant fait une chute ; précédemment, la composante gravitationnelle avait toujours une certaine importance dans la détermination de la direction de la ligne de chute, celle ci consistait en une ligne, plus ou moins oblique par rapport à la ligne de plus grande pente et, quelque fois même, parallèle à cette ligne de plus grande pente ; maintenant, avec les skis « carvés » il arrive que la ligne de chute soit perpendiculaire à la ligne de plus grande pente et même que le skieur ayant chuté, remonte légèrement la pente ; ainsi, désormais, la ligne de chute possible d'un skieur accidenté se trouve-t-elle à l'intérieur d'un angle de plus de 90°, de part et d'autre de la ligne de plus grande pente, l'angle total pouvant atteindre 210° et même davantage ; ainsi, l'hypothèse de base ayant servi à concevoir les dispositifs décrits ci-dessus, savoir que l'impact entre le skieur et le filet avait de grandes chances de se produire avec un angle d'incidence d'environ 60°, est-elle complètement remise en cause ; la composante tangentielle (de glissement) va être réduite au bénéfice de la composante de pénétration, celle qui sollicite le plus le dispositif.

[0010] D'autre part, en raison de l'amélioration de la préparation des pistes, de l'utilisation de neige « artificielle » très dure et très glissante, du meilleur coefficient de glissement des semelles des skis et, enfin, de l'amélioration des techniques de ski elles-mêmes, les vitesses atteintes pendant les descentes ont sensiblement augmenté pour atteindre, dans certains cas, 130 kms à l'heure, soit plus de 36 m/s ; enfin il est fréquent que les athlètes pèsent 90 kilogs ; compte tenu de ces nouveaux paramètres, l'énergie à absorber n'est plus de 28.000 joules ; elle est de presque 59.000 joules ; elle a plus que doublé.

[0011] Enfin, il était constaté que l'inclinaison selon un angle de 60° du plan du filet par rapport à l'horizontale était trop faible ; en effet, avec un tel angle, la composante ascensionnelle de l'énergie était, dans certains cas, trop importante et, comme cela fut constaté, il était possible que les skieurs glissent sur le filet, agissant comme un tremplin, et passent au dessus de celui-ci .

[0012] Dans ces conditions, les dispositifs mis en place au cours des 25 dernières années, (lesquels, dans le cadre du présent texte, seront appelés « dispositifs ancien modèle » compte tenu de la nécessité de se référer à ces dispositifs pour expliquer en quoi ceux, objets du présent brevet, s'en différencient, même s'ils présentent certaines similitudes de détails,) sont devenus inadaptés et ne sont plus en mesure d'arrêter les skieurs

dans des conditions de sécurité suffisante.

[0013] Concernant toutefois la dernière remarque, celle relative au risque de voir un skieur passer au dessus d'un filet, il faut tout d'abord reconnaître que l'augmentation de l'angle d'inclinaison à environ 75° diminuerait, certes, la composante ascensionnelle, mais augmenterait aussi beaucoup la composante de pénétration ; il faut remarquer, aussi, ce qui conduit à ne pas réellement tenir compte de l'inconvénient en question (possibilité de passage au dessus du filet) que les occasions dans lesquelles des skieurs étaient passé au dessus d'un filet ne paraissent pas concerner des filets posés, dans des conditions satisfaisantes, avec un angle de 60° par rapport au plan de la piste ; les rédacteurs du présent brevet ont constaté que, dans les dites occasions, les filets étaient à la fois encore plus plats (angle de moins de 50°), mais aussi beaucoup trop tendus et que la force de tension contrariait exagérément la composante de pénétration ; il convient de signaler que les filets doivent être peu tendus puisque toute force qui s'exerce sur le dispositif, donc en particulier toute tension, a pour résultat d'absorber une partie de la capacité d'absorption d'énergie du dispositif ; par conséquent, un filet soumis uniquement à des forces de tension (s'exerçant sur ses quatre cotés) suffisantes pour le maintenir plan (c'est à dire plat) c'est à dire un filet (1), tel que représenté sur la figure N°2, incliné suivant un angle de 60° par rapport au plan de la piste, n'opposera qu'une force relativement limitée à la composante de pénétration BD de l'énergie à absorber AB ; on comprend alors, comme le montre la figure N°2, que, le filet (1) « s'enfonçant » vers le bord de la piste et restant, dans un premier temps, maintenu à ses points haut et bas, va voir la partie supérieure de son plan, celle située au dessus du skieur pénétrant dans le filet, devenir de plus en plus verticale, la composante ascensionnelle BC diminuant donc rapidement tandis que l'augmentation de la composante de pénétration empêche le skieur de passer par dessus le filet ; l'exemple ne tient pas compte de la composante de glissement.

[0014] Le dispositif objet du présent brevet a pour origine la constatation que, pour être en mesure d'absorber de façon satisfaisante l'énergie que représente un skieur de 90 kilogs à 130 km/h, la distance de ralentissement ou de freinage, celle qui débute par le point auquel le skieur touche le filet, d'une part, et qui se termine par le point auquel ce skieur est arrivé après avoir été arrêté par le dispositif, doit être augmentée jusqu'à environ 9 mètres ; en tenant compte d'une inclinaison du plan du filet par rapport à l'horizontale de 60°, disposition qui a été justifiée ci-dessus, et qui permet, (dans le cas le plus défavorable d'absence de composante de glissement par suite d'une incidence du skieur dans le filet perpendiculairement à sa longueur), la décomposition de l'énergie en une composante de pénétration et une composante ascensionnelle, l'énergie à absorber au niveau de la composante de pénétration se trouve réduite de 25% ; elle atteint alors 44.000 joules ; si la

force de réaction du dispositif augmente graduellement au fur et à mesure de la pénétration du skieur dans ce dispositif pour atteindre à 9 mètres une valeur de 1000 daN ; l'énergie absorbée est de 45.000 joules ; ceci correspond à un arrêt satisfaisant du skieur.

[0015] Toutefois, étant constaté qu'il n'est pas possible d'obtenir de la partie textile d'un dispositif de « type ancien » un allongement et une capacité d'absorption d'énergie permettant d'absorber une quantité d'énergie supérieure à environ 30.000 joules, le problème posé est celui de trouver un moyen technique qui permette d'associer à l'allongement de la partie textile du dispositif (insuffisante compte tenu de l'objectif fixé) une déformation des parties métalliques et un apport de capacité d'absorption d'énergie de ces parties métalliques de telle sorte que déformation des parties métalliques et allongement des parties textiles permettent, ensemble, de fournir la capacité d'absorption d'énergie et la distance de décélération nécessaire pour un arrêt du skieur dans des conditions satisfaisantes, toute augmentation de cette distance entraînant une réduction correspondante des forces de freinage mises en action donc appliquées sur le skieur.

[0016] Le dispositif objet de la présente invention permet de résoudre le problème posé ; il est constitué d'un ou plusieurs mâts, de filets, de cordages et éventuellement de câble ; il se caractérise en ce que la longueur de freinage de 9 mètres environ, pour sa partie qui n'est pas fournie par le filet et les cordages, provient, non pas de la réduction de la flèche des haubans, comme c'était le cas pour le dispositif décrit précédemment, mais de la déformation des mâts eux-mêmes, lesquels sont dotés d'un ou plusieurs points, articulations par exemple, permettant la déformation de la géométrie des mâts, points dépendants et associées à des dispositifs absorbant, en cas de déformation de la géométrie des mâts, de l'énergie, la dite déformation de leur géométrie procurant un allongement qui vient en complément de celui fourni par le filet et les cordages.

[0017] Le système ainsi caractérisé, comporte une série de mâts disposés le long de la piste, aux endroits considérés, par les responsables de la sécurité de la piste, comme susceptibles d'être dangereux pour les skieurs ; par « mât », il faut comprendre un élément rigide, de section relativement étroite et de longueur relativement grande ; ce mot est synonyme de « poteau », « pylône », « support », etc. le mât peut se présenter sous de multiples formes et être fabriqué avec plusieurs type de métaux (acier, acier inoxydable, aluminium, etc.) ou de matières (plastique, bois, etc.) La distance entre les mâts est indifférente, étant précisé, toutefois, que l'élément porteur du filet entre les mâts, câble en acier ou cordage, et des organes qui lui sont associés devra être d'autant plus résistant que deux mâts seront plus éloignés l'un de l'autre ; le principe de fonctionnement du dispositif implique que les mâts sont reliés entre eux par un élément porteur du filet, celui-ci étant, soit directement attaché sur l'élément porteur, soit indirectement,

par l'intermédiaire, par exemple, d'un cordage de moufflage du type de celui mis en place dans le cadre des « dispositifs ancien modèle », c'est à dire d'un cordage en fibres synthétiques possédant, de préférence, mais non impérativement, de très bonnes caractéristiques d'allongement et de résistance à la rupture sous charge, donc présentant une capacité d'absorption d'énergie importante ; la façon dont ce cordage est fixé au câble ou cordage porteur est de peu d'importance ; toutefois on privilégiera un passage en « zig-zag » de ce cordage dans des poulies placées en haut du filet et sur l'élément porteur ainsi que cela est représenté sur la figure N°1 dans le cadre de l'exécution d'un « dispositif ancien modèle ».

[0018] Ceci est précisé, car il est possible d'imaginer que le filet soit accroché directement au sommet des mâts objets du présent brevet, ceux-ci étant alors très rapprochés les uns des autres, à intervalles de 5 à 10 mètres par exemple, cette disposition entraînant, toutefois une augmentation importante du prix du dispositif par comparaison avec celui correspondant à une installation comportant, à titre d'exemple seulement, des mâts distants de 30 mètres les uns des autres et associés entre eux par un cordage ou un câble en acier, le filet étant relié au dit cordage ou câble par un système de cordage et de poulies, ou encore, accroché directement sur le cordage ou câble ; la caractéristique de la présente invention est essentiellement, que c'est la déformation de la géométrie des mâts (ou pylones) qui vient « compléter » en exerçant une force, croissante ou constante, au fur et à mesure de la modification de la géométrie du ou des mâts, l'absorption d'énergie assurée par le filet et les parties textiles, cordages par exemple, qui lui sont associées.

[0019] Contrairement à ce qu'il en est dans un « dispositif ancien modèle » dans lequel la capacité d'absorption d'énergie résulte d'une part dans la capacité d'allongement du filet et des parties « textiles » qui lui sont associées et d'autre part, cette capacité d'allongement des parties « textiles » étant insuffisante pour assurer un arrêt dans des conditions de sécurité satisfaisantes, dans la déformation des parties métalliques, câbles, mâts et haubans, par mouvement des mâts et réduction des flèches des câbles et haubans, la caractéristique de la présente invention réside dans le fait que c'est la déformation des mâts eux-mêmes, associés à des dispositifs annexes d'absorption d'énergie, lesquels mâts ne peuvent se déformer qu'en faisant absorber de l'énergie par ces dispositifs annexes, qui complète la capacité d'absorption d'énergie de la partie « textile », filet et cordages ; bien évidemment, on peut également faire intervenir, comme c'était le cas dans les dispositifs « ancien modèle », la déformation de flèches de câbles métalliques ou non, déformation qui viendra contribuer à l'absorption globale d'énergie.

[0020] Les descriptions qui vont suivre, et les figures qui en sont l'illustration, ont été établies sans prendre en considération le fait que, considérée transversale-

ment à sa longueur, une piste de ski ne se présente qu'exceptionnellement suivant un plan horizontal ; elle peut, effectivement présenter un dévers plus ou moins prononcé vers la droite ou vers la gauche, ou encore, transversalement, des parties en pente et des parties horizontales ; il conviendra de tenir compte de ces diverses possibilités pour adapter, sur les lieux de construction, le dispositif objet du présent brevet, par exemple en modifiant l'importance de certains angles que forment entre elles les diverses parties des dispositifs.

[0021] On décrit ainsi une première réalisation, telle que représentée schématiquement sur les figures N°2 et 3, d'un dispositif d'absorption d'énergie pour arrêter des skieurs dans des conditions de sécurité satisfaisante : des mâts, inclinables, sont disposés à 10 mètres du bord de la piste de ski; le bas du filet se trouvera le long du bord de la piste, le pied des mâts étant à 10 mètres au delà, hors de la piste, par exemple au niveau des arbres ; la distance entre les mâts est conditionnée par le profil en long de la piste ; ce profil comporte généralement des ruptures de pente, certaines longueurs de piste se présentant par exemple avec une pente de 70% sur une longueur de 45 mètres, suivie d'une longueur de 80 mètres à 50%, d'une longueur de 20 mètres à 25% etc . les mâts sont implantés de telle sorte, d'une part, que le dispositif comporte le minimum de mâts et, d'autre part, (le cordage ou câble qui relie deux mâts présentant une flèche d'autant plus importante que la distance entre mâts est plus grande), que la distance comprise entre le sommet de la couche de neige et le point du câble (ou cordage) où la flèche est maximum, soit plus importante que la hauteur du filet et des cordages de maintien qui lui sont associés.

[0022] Les mâts du premier dispositif décrit (figure 2) sont constitués de trois éléments, un élément bas (pied de mât), un élément intermédiaire et un élément haut (tête de mât).

Le pied de mât (a) est encastré ou ancré dans un massif de béton (b) dont les dimensions auront été calculées pour assurer à ce massif une parfaite stabilité en dépit des différentes forces qui vont s'exercer au niveau de la tête du mât.

Le pied de mât est constitué, à titre d'exemple, par un élément tubulaire de 300 mm de diamètre et il est haut de 3 mètres ; il comporte à cette hauteur de 3 mètres une articulation ; dans sa forme la plus simple, cette articulation (figure 3) consistera en un fer plat carré de 350 x 350 mm et de 20mm d'épaisseur (x) ; il est soudé sur le haut de la partie tubulaire de 300 mm de diamètre (y) et obture la partie supérieure de cette partie tubulaire ; deux fers plats rectangulaires (z) de 300 x 600 mm et de 20 mm d'épaisseur sont soudés, perpendiculairement sur celui de 350 x 350 x 20 mm, par un de leur côté de 300 mm et à 180 mm l'un de l'autre, de façon à former, avec ce dernier, un U dont les cotes intérieures sont, par conséquent, 600 x 180 x 600 mm ; les deux ailes du U, chacune de 300 x 600 mm, seront percées à 500mm de leur extrémité inférieure pour permettre le

passage d'un axe, de 30 mm par exemple; le pied de mât pourra être haubanné à partir de points de fixation soudés sur le pied de mât, à 500 mm par exemple en dessous de l'articulation ; bien évidemment, il n'y a pas de hauban tendu en direction de la piste puisque, de ce côté, il ne doit exister aucun obstacle pour le skieur qui est susceptible de terminer son ralentissement par un arrêt à très peu de distance du pied de mât.

[0023] La partie intermédiaire du mât (figure 2), également dans cet exemple, a une forme tubulaire ; elle est constituée d'un tube de 168 mm de diamètre et de 6,3mm d'épaisseur (c) ; sa longueur est de 12,5 mètres ; un percage, à 2,50 mètres de l'une des extrémités, celle qui constituera l'extrémité inférieure de la partie intermédiaire du mât, est réalisé transversalement, dans le sens du diamètre du tube ; la partie intermédiaire est alors fixée à la partie supérieure du pied de mât, au moyen d'un axe de 29mm par exemple, lequel passe par les trous ménagés dans la partie en U et dans la partie intermédiaire du mât ; par conséquent, cette partie intermédiaire du mât peut basculer autour de cet axe. L'articulation ainsi formée peut être renforcée de manière appropriée au niveau de ses deux éléments, la partie en U et la partie intermédiaire tubulaire ; par exemple, si le percage réalisé dans cette partie tubulaire risquait de fragiliser le mât à cet endroit, on pourra renforcer le mât en soudant des plaques de renfort en acier sur le tube à proximité du percage.

[0024] Un système quelconque, bride comportant un anneau soudé et ceinturant l'extrémité inférieure de la partie intermédiaire du mât, reliera l'extrémité inférieure (d) de la partie intermédiaire du mât à un dispositif d'absorption d'énergie, dans le cas de l'exemple en cours de description, un ressort de 2,5 mètres de long se présentant sous forme de spires de 130mm de diamètre extérieur ; ce ressort, dont les caractéristiques mécaniques seront fixées en fonction de la quantité d'énergie à absorber, des forces intervenant dans le dispositif et de sa longueur de déformation potentielle, est contenu dans un cylindre en tube de 139,7 mm, épaisseur 4,5mm, fermé à ses deux extrémités, l'extrémité supérieure, toutefois, est percée pour permettre le passage d'un câble ou d'un axe de 12 ou 14mm ; ce câble traverse le ressort par le milieu de ses spires ; l'extrémité du câble est soudée, à l'intérieur du cylindre et en bas de celui-ci, à une plaque d'acier de 130 mm de diamètre environ et de 10mm d'épaisseur placée au fond du cylindre ; elle est libre de s'y déplacer si l'on exerce une tension sur le câble, le cylindre étant fixe, accroché à un ancrage dans le sol à sa partie extérieure inférieure ; si l'on tire sur le câble, on tire en même temps la plaque qui comprime le ressort, prisonnier à sa partie supérieure par la plaque soudée sur le cylindre, plaque qui ne laisse passer que le câble ; la force nécessaire pour réduire la longueur du ressort augmente d'autant plus que le ressort est déjà plus ou moins comprimé ; le ressort est choisi pour ses qualités mécaniques et plus particulièrement en fonction du rapport entre sa longueur com-

primée et la force nécessaire pour obtenir ce résultat, en fait pour sa courbe d'absorption d'énergie ; l'extrémité supérieure du câble associé au ressort est accrochée à l'extrémité de la partie basculante intermédiaire du mât ; plus le mât bascule vers l'avant, donc vers la piste, plus le ressort est comprimé et plus d'énergie est absorbée ; dans l'exemple objet de la figure 2, la partie inférieure du cylindre contenant le ressort est partiellement associée à la fondation en béton qui supporte le pied du mât, toute disposition différente pouvant être adoptée, la caractéristique de la présente invention étant que les dispositifs d'absorption d'énergie qui en sont l'objet, comportent un ou plusieurs mâts présentant au moins un point de « déformabilité » associé à un dispositif annexe d'absorption d'énergie, toute déformation du mât ayant une action sur le dispositif annexe et entraînant par conséquent une absorption d'énergie.

[0025] Cet exemple de dispositif d'absorption d'énergie relié au bas de la partie intermédiaire du mât peut être remplacé par tout autre type de dispositif sous réserve que ce dispositif ait la capacité d'absorption d'énergie nécessaire et procure un allongement permettant le basculement du mât jusqu'à ce que ce mât, dans sa partie intermédiaire, se trouve à l'horizontale ; ce peut être un ressort comprimable ou travaillant à l'extension, un dispositif hydraulique ou à air comprimé, ou même un dispositif électrique, etc.

[0026] La « tête » du mât, dans l'exemple décrit, est constituée par le prolongement, à son extrémité supérieure, de la partie intermédiaire (c), au moyen d'un élément (e), qui peut aussi être tubulaire, de 2 mètres environ de longueur ; cette « tête » forme avec la partie intermédiaire, un angle d'environ 110°, en tout cas, un angle suffisant pour que la tension exercée sur le haut du mât lorsqu'un skieur « pénètre » dans le filet, le fasse avec un angle suffisamment ouvert pour que la résultante de la force appliquée au sommet du mât entraîne le basculement de celui-ci ; on comprend qu'une force s'exerçant parallèlement et le long d'un mât droit n'aurait pour résultat que de comprimer ce mât et non de le faire fléchir.

[0027] La figure N°2 montre que, dans le cas d'une piste dont le profil transversal est horizontal, lorsque la partie intermédiaire du mât fait un angle de l'ordre de 25° avec la verticale, la distance entre l'extrémité supérieure de la tête de mât et le sol est d'environ 14 mètres ; cette distance permet de placer entre la tête de mât et le sol, un filet de 9 mètres de hauteur, associé avec des cordages représentant une hauteur de 5 mètres pour le maintien de la tension minimale utile, haute et basse, pour obtenir, avec les cordages de maintien de la tension longitudinale, un filet de surface plane ; dans l'hypothèse où s'exerce le maximum des contraintes résultant de la pénétration d'un skieur dans le dispositif, celles correspondant à une énergie de 56.000 joules, les caractéristiques des dispositifs annexes d'absorption d'énergie ayant été déterminées en conséquence, on obtient, avant rupture, un allongement du filet de 22%

et sa longueur utile se trouvera donc portée à 11 mètres ; pour ce qui est des cordages, ils auront été choisis pour présenter un allongement de 30% au moins à la rupture et leur longueur utile pourra donc atteindre 6,5 mètres ; l'allongement total de la partie textile du dispositif portera sa longueur à 11 m + 6,5 m, soit 17,5 mètres ; le mât, du fait de sa flexion, se trouvera, dans sa partie intermédiaire, à l'horizontale et se présentera donc ainsi que représenté dans la position d', c' e' de la figure 2 ; compte tenu de l'allongement de la partie textile, le skieur se trouvera arrêté à un endroit (f) éloigné de 9 mètres environ de son point d'impact dans le dispositif, c'est à dire après une décélération qui se sera poursuivie sur une longueur de 9 mètres, donc dans des conditions de sécurité aussi satisfaisantes que possible.

[0028] Lorsque le mât s'est trouvé basculé vers l'intérieur de la piste, et lorsque le moyen utilisé pour absorber l'énergie consiste en un matériel qui restitue l'énergie emmagasinée dès que les forces qui avaient contribué à modifier sa géométrie cessent de s'exercer sur le dispositif, le mât se relèvera de lui-même ; il en va ainsi, par exemple si le dispositif comporte un ressort, comprimé ou soumis à extension ; le redressement du mât serait alors susceptible de renvoyer plus ou moins brutalement le skieur sur la piste ; pour pallier cet inconvénient, l'extrémité inférieure du mât, lorsqu'elle bascule dans un mouvement circulaire du bas vers le haut, suivant un arc de cercle dont la longueur est proportionnelle au basculement et le diamètre, dans le cas de l'exemple, de 2,50 mètres, cette extrémité du mât passe le long d'une crémaillère également en forme d'arc de cercle ; cette crémaillère en dents de scie présentant une pente de 30° par exemple dans le sens du bas vers le haut et un angle droit dans l'autre sens, pousse un cliquet à l'intérieur du mât ; le ressort accessoire dont est muni ce cliquet a pour conséquence le blocage, par la crémaillère, du mât dans sa position d'inclinaison maximum ; lorsque le skieur est dégagé du filet, on désenclenche le cliquet pour que le mât puisse librement reprendre sa position d'origine ; un tel dispositif de type classique n'est pas une caractéristique essentielle du dispositif objet du présent brevet ; il en est fait état pour qu'il ne soit pas objecté que le dispositif décrit présente l'inconvénient de renvoyer le skieur sur la piste avec une force et à une distance qui correspondent à l'énergie qui avait été accumulée dans la phase d'absorption d'énergie ; tout autre système de blocage pourra être utilisé.

[0029] On peut également utiliser comme dispositifs annexes d'absorption d'énergie des dispositifs qui ne restituent pas l'énergie parcequ'ils ne l'emmagasinent pas, il conviendra dans ce cas de remettre en place le ou les mâts qui seront intervenus, par leur déformation, pour absorber l'énergie représentée par le skieur ; il en va ainsi lorsque le dispositif annexe est constitué, par exemple, par un cylindre étanche contenant un fluide, air ou huile par exemple ; le déplacement d'un piston dans ce cylindre, déplacement provoqué par la déformation du mât en phase d'absorption d'énergie, chasse

le fluide dans une autre partie du cylindre ou dans un réservoir, espace fermé qui lui est associé, et ceci, à travers un orifice dont la dimension est telle qu'il faut qu'une certaine force soit appliquée sur le piston pour que le fluide s'écoule, à travers l'orifice, par exemple du cylindre dans le réservoir ; la modification des dimensions de l'orifice permet de régler la force nécessaire pour obtenir le passage du fluide à travers l'orifice et par conséquent l'absorption de l'énergie dans des conditions d'efficacité satisfaisantes ; des dispositifs de ce genre existent couramment dans l'industrie et l'on citera, par exemple, les dispositifs qui, dans les chariots élévateurs, permettent de régler la vitesse de descente d'une charge, donc d'absorber plus ou moins rapidement l'énergie, « potentielle » représentée par la charge et par sa hauteur ; ou encore, les dispositifs qui permettent de faire descendre plus ou moins rapidement une scie mécanique en fonction de l'ouverture plus ou moins grande de l'orifice par lequel s'échappe un fluide contenu dans un cylindre et soumis à la force exercée par le poids de la scie.

[0030] La figure N°4 représente schématiquement un mât qui se positionne verticalement lorsque le dispositif d'absorption d'énergie n'est pas sollicité ; cette position verticale est obtenue, par exemple, parce que le « pied » est constitué de deux parties parallèles l'une à l'autre ; le bas de la partie intermédiaire passe entre ces deux parties du « pied » ; il n'y a pas de troisième partie dite « tête » comme dans l'exemple précédent ; comme pour le mât de la figure 2, il y a un dispositif annexe d'absorption d'énergie associé au bas de la partie basculante du mât.

La partie textile du dispositif placée entre le sommet du mât et le point d'ancrage de cette partie textile à l'avant du mât et à 10 mètres de celui-ci est longue de 17 mètres et l'angle que forme le plan du filet avec l'horizontale est d'environ 50° ; il a été expliqué précédemment que, au cours de la pénétration d'un skieur dans le dispositif, la composante de pénétration augmente progressivement et la composante ascensionnelle diminue ; dans le cas du dispositif ici décrit, la force de pénétration fait basculer le mât vers l'intérieur de la piste ce qui augmente, à l'évidence, d'autant cette composante de pénétration et empêche donc le skieur de s'échapper vers le haut du filet ; on remarquera que, lorsque le mât aura basculé jusqu'à se trouver dans une position horizontale, la pénétration du skieur dans le dispositif aura été effectuée sur une profondeur de 8,50 mètres ; ceci est très voisin de la pénétration maximale recherchée et elle est obtenue sans faire intervenir l'allongement (et le travail) de la partie textile du dispositif ; en d'autres termes, en réglant de manière appropriée la force du dispositif annexe d'absorption d'énergie associé au mouvement de basculement du mât on répartira de manière adéquate le travail total à fournir entre la partie métallique et la partie textile ; on partagera aussi la hauteur de 17 mètres disponible pour la partie textile entre, d'une part le cordage susceptible d'un allongement important sous

l'action d'une force déterminée et, d'autre part le filet susceptible d'un allongement proportionnellement moindre ; ainsi, on obtiendra une longueur de freinage qui pourra atteindre entre 8 et 9 mètres, ce qui est satisfaisant dans le cadre de l'objectif recherché.

[0031] On voit ainsi que la position du mât par rapport à la verticale, verticalité ou inclinaison vers l'avant ou même vers l'arrière, conditionne la longueur de la partie textile placée entre la tête du mât et le sol ; on règle, en fonction de leur courbe respective d'absorption d'énergie (le filet généralement utilisé s'allonge de 2% sous une charge de 400 daN, de 6% sous 10N, de 11% sous 20 Kn et 22% sous 30Kn), la partie de cette énergie dont l'absorption sera effectuée par la partie métallique et la partie qui sera effectuée par la partie textile du dispositif ; les positions f1, f2, etc. correspondent aux positions théorique du fond de la poche de filet au fur et à mesure de l'inclinaison du mât ; on peut aussi avoir un mât qui, dans sa position « de repos » est renversé vers l'arrière ; dans ce cas la longueur de la partie textile placée entre le sommet du mât et le sol sera rallongée en fonction de l'angle que fera le mât avec la verticale ; on peut disposer ainsi d'une grande longueur de filet et de cordages dont l'allongement viendra compléter celui provenant de l'inclinaison du mât .

La figure N°5 représente le mât d'un dispositif d'absorption d'énergie correspondant à la caractéristique de ceux qui font l'objet du présent brevet, en ce que ces dispositifs comportent un ou plusieurs mâts déformables en un ou plusieurs points de leur géométrie, points associés à des dispositifs annexes d'absorption d'énergie.

Le mât, ici décrit comporte un pied (a) comparable à celui des mâts précédemment décrits et le dispositif annexe d'absorption d'énergie se trouvant associé au basculement du mât est du même type que celui du mât faisant l'objet de la figure 2 ; en revanche, le mât de la figure 5 comporte un deuxième point de déformation ; en effet, la partie intermédiaire de ce mât est longue de 10,50 mètres, longueur qui n'est pas en elle-même caractéristique de la présente invention, mais a été adoptée pour l'exemple qui est ici donné, et elle se poursuit par une « tête » qui prolonge la partie intermédiaire d'environ 3,50 mètres dans la même direction : la « tête » est d'un diamètre extérieur qui est identique au diamètre intérieur de la partie intermédiaire et cette « tête » constituant une partie coulissante peut entrer à l'intérieur de la partie intermédiaire ; un dispositif, ressort, huile ou air comprimé, oppose une force (que l'on peut régler) à cette pénétration ; les deux déformations, celle par inclinaison et celle par réduction de la longueur de la « tête », et par conséquent réduction de la longueur du mât, se combinent pour assurer une longueur suffisante de décélération.

Dans le cas le plus défavorable, celui d'un skieur de 90 kilogs entrant dans le dispositif à 130 km/h, compte tenu des effets combinés de l'inclinaison et de la réduction de longueur de la « tête » et de l'allongement de la partie

textile du dispositif, on obtient comme précédemment, avec un réglage approprié des forces de réaction des dispositifs « annexes » une longueur d'arrêt de 9 mètres qui est l'objectif recherché.

[0032] On peut également décrire un mât qui est articulé en plusieurs points, chaque articulation étant associée à un dispositif annexe d'absorption d'énergie, ressort ou dispositif hydraulique ou pneumatique, le mât étant conçu de telle sorte que la somme des déformations du mât et de l'allongement de la partie textile, filet et cordages, permettent d'absorber l'énergie en procurant une longueur de freinage pouvant aller jusqu'à 9 mètres ; cette longueur doit être un maximum lorsque le point d'impact du skieur dans le filet se trouve à seulement un peu plus de 9 mètres du pied du mât, puisque le dispositif doit être calculé pour que le skieur ne puisse pas heurter le mât ; cette longueur de freinage de 9 mètres peut être réduite si elle n'est pas nécessaire, compte tenu de la vitesse maximum probable des skieurs au point particulier où le dispositif d'arrêt aura été construit ; elle peut aussi être augmentée très sensiblement, éventuellement jusqu'à 12 ou même 15 mètres, (bien que, dans un pareil cas, on objectera que le dispositif d'absorption d'énergie occupe une place trop importante sur le ou les côtés de la piste) ; la caractéristique de la présente invention ne réside pas dans la longueur de déformation du dispositif, mais dans le fait que le complément d'allongement de la partie textile du dispositif est fourni, non exclusivement, mais au moins partiellement, par la déformation en un ou plusieurs points, des mâts eux mêmes grâce à des dispositifs d'absorption d'énergie annexes associés à ce ou à ces points de déformation, articulations par exemple.

Les points de déformation des mâts ont été décrits plus haut comme permettant une modification de la géométrie du mât dans un plan A, plan dans lequel s'inscrit le mât lui même et sa projection sur le sol ou la neige, ou encore, plan déterminé par le mât et la ligne la plus courte joignant le pied du mât au bord de la piste ; bien que le pied du mât puisse, dans certains cas, n'être pas posé verticalement mais, par exemple, sur la bissectrice de l'angle formé, d'une part par la verticale et, d'autre part, par la perpendiculaire au plan de la piste (sur la figure 5, a b c détermine le plan de la piste, d b la verticale, e b la perpendiculaire au plan de la piste et f b la position du mât) on considérera le plan A comme quasi vertical. La déformation du mât peut se faire, également et simultanément, dans un plan transversal B plus ou moins perpendiculaire au plan A ; il en va ainsi si l'on permet à la partie intermédiaire du mât une rotation sur un axe qui est l'axe perpendiculaire du pied du mât ; dans le cas de la figure 2, par exemple, et dans sa réalisation la plus simple, la platine « x », au lieu d'être soudée sur le pied tubulaire « y », est soudée sur une pièce tubulaire dont le diamètre extérieur est très légèrement inférieur au diamètre intérieur du « pied » ce qui permet une rotation de la partie intermédiaire du mât par rapport au « pied » de ce mât ; on peut aussi mettre en place,

entre le « pied » et la partie intermédiaire du mât une articulation dans les trois dimensions, articulation associée à un dispositif annexe d'absorption d'énergie.

L'intérêt de la déformation dans le plan transversal qui en résulte est expliqué par la figure 6 : non sollicité par une énergie, un dispositif d'absorption d'énergie pour arrêter des skieurs peut se présenter selon cette figure 6 et comporter 6 mâts espacés chacun l'un de l'autre de 25 mètres environ ; cet espacement (qui n'a pas besoin d'être régulier et qui peut être plus ou moins grand) et la tension existant « au repos » dans le dispositif, conditionnent une flèche du câble ou cordage joignant un mât à l'autre ; cette flèche est égale au carré de la distance entre les deux mâts concernés, carré multiplié par la charge unitaire au mètre linéaire et divisée par 8 fois la tension ; par conséquent, toute augmentation de la tension entraîne une diminution de la flèche et une inclinaison du mât en direction du point d'impact ; la figure 6 explique comment, dans le cas d'un impact entre les mâts e et d, il en résulte une augmentation de la flèche entre ces deux mâts et un accroissement de la capacité d'allongement au point d'impact ; tout complément d'allongement se fait au bénéfice de la capacité d'absorption d'énergie du dispositif.

[0033] Ce type de dispositif peut être utilisé dans d'autres disciplines sportives lorsqu'il faut assurer l'arrêt d'un sportif ayant perdu le contrôle de sa vitesse.

30 Revendications

1. Dispositifs d'absorption d'énergie, conçu pour arrêter des skieurs tombant à vitesse élevée à l'occasion de compétition de ski et constitués d'un ou plusieurs mâts, de filets, de cordages et éventuellement de câbles, **caractérisés en ce que** les mâts sont susceptibles de déformation en un ou plusieurs points de leur géométrie, ces points de déformation étant associés et dépendants d'un dispositif annexe d'absorption d'énergie.
2. Dispositif d'absorption d'énergie selon la revendication N°1 dans lequel le ou les mâts sont inclinables et sont associés et dépendants d'un système d'absorption d'énergie constitué par un ressort comprimable ou pouvant être mis en extension.
3. Dispositif d'absorption d'énergie selon la revendication N°1 dans lequel les mâts sont inclinables et sont associés et dépendants d'un dispositif annexe d'absorption d'énergie constitué par un dispositif hydraulique ou pneumatique.
4. Dispositif d'absorption d'énergie selon la revendication N°1 dans lequel les mâts inclinables, quand le dispositif n'est pas encore sollicité par une force, peuvent être en position verticale ou inclinés aussi bien vers l'avant que vers l'arrière du dispositif.

5. Dispositif d'absorption d'énergie selon la revendication N°1 dans lesquels les mâts sont susceptibles de déformation en deux points de leur géométrie, chaque point étant associé et dépendant d'un dispositif annexe d'absorption d'énergie. 5
6. Dispositif d'absorption d'énergie selon les revendications N°1 à 5 dans lesquels les mâts sont inclinables et présente également une partie coulissant à l'intérieur d'une autre partie, ce coulissement ayant pour résultat la réduction de la longueur du mât, les points d'inclinaison et de coulissement étant associés et dépendants d'un dispositif annexe d'absorption d'énergie, ressort, dispositif pneumatique ou hydraulique. 10 15
7. Dispositif d'absorption d'énergie selon les revendications N°1 à 6 dans lesquels les mâts présentent, dans le plan considéré comme voisin de la verticale, des points de déformation associés à des dispositifs annexes d'absorption d'énergie et une possibilité de déformation dans le plan transversal. 20
8. Dispositif d'absorption d'énergie selon la revendication N°7 dans lequel la possibilité de déformation dans le plan transversal correspond à une rotation 25
9. Dispositif d'absorption d'énergie selon les revendications N°1 à 6 utilisées dans des disciplines sportives autre que le ski. 30

35

40

45

50

55

Fig.1

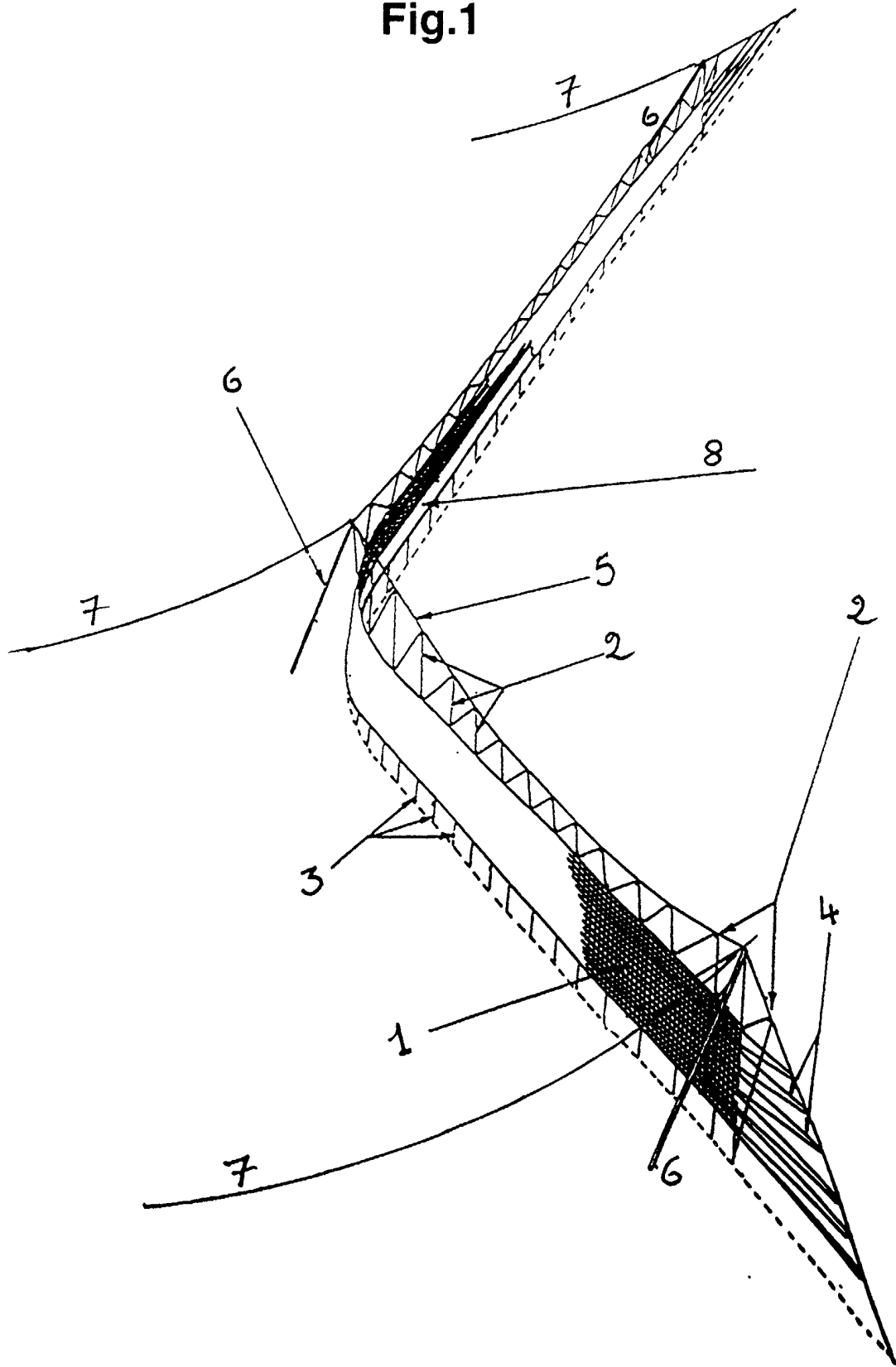


Fig.2

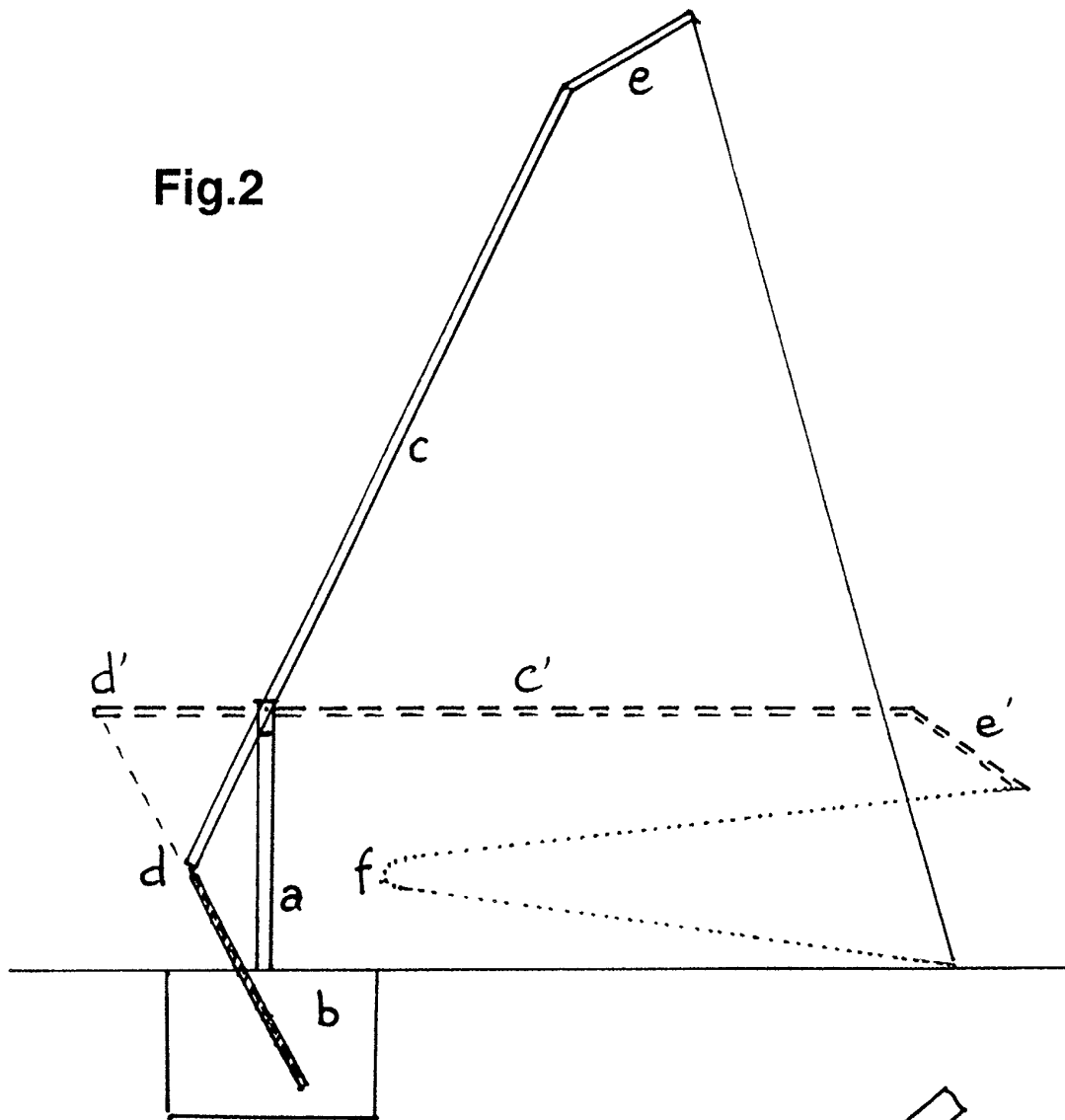


Fig.3

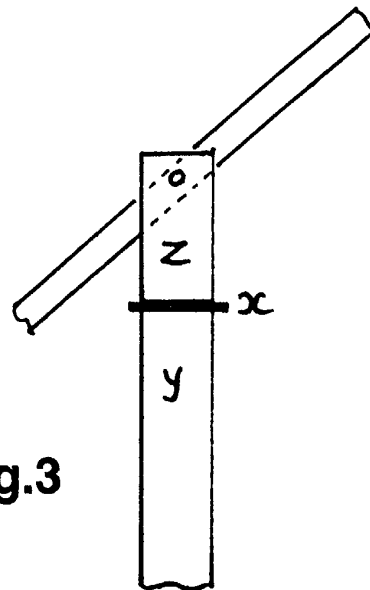


Fig.4

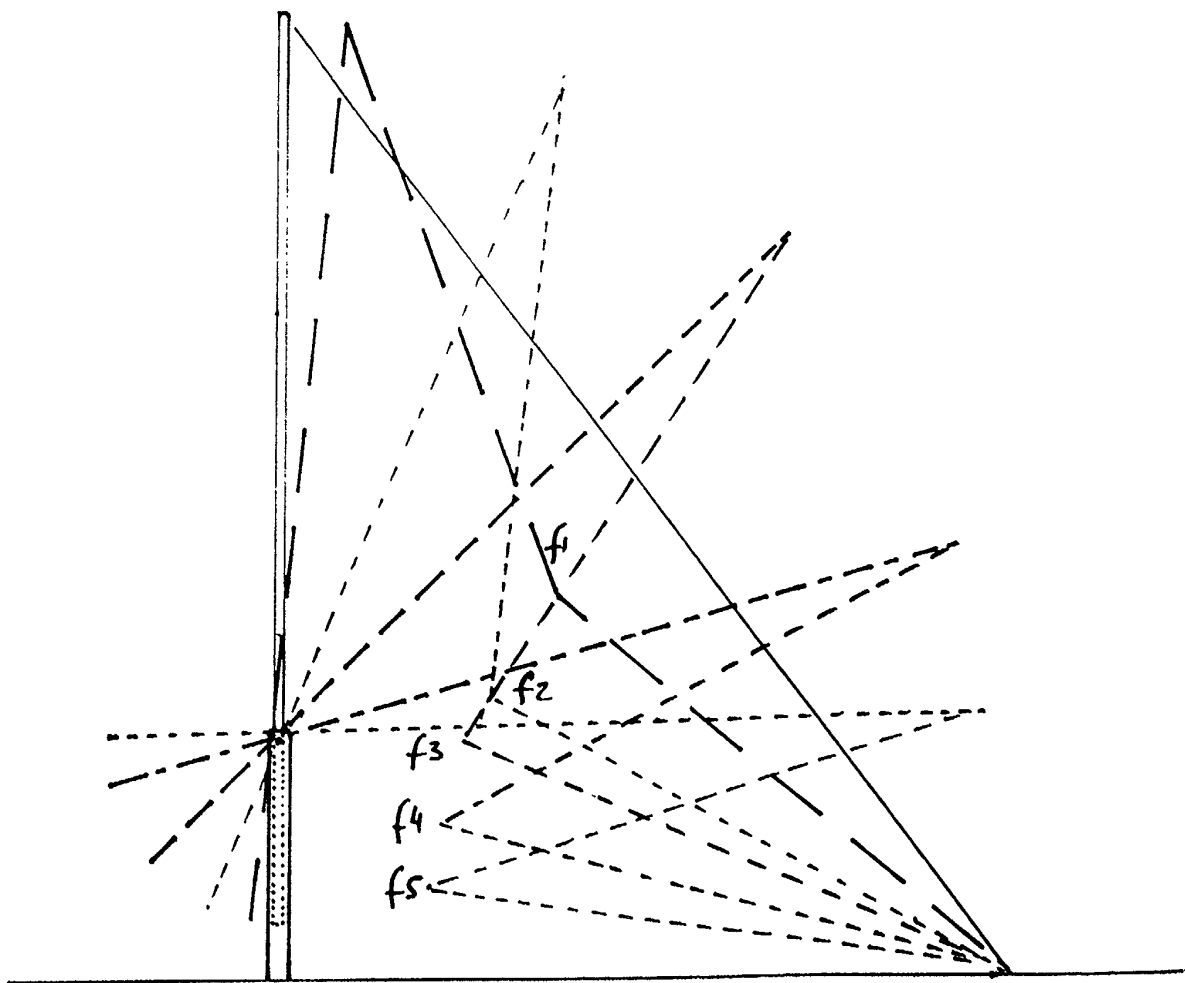
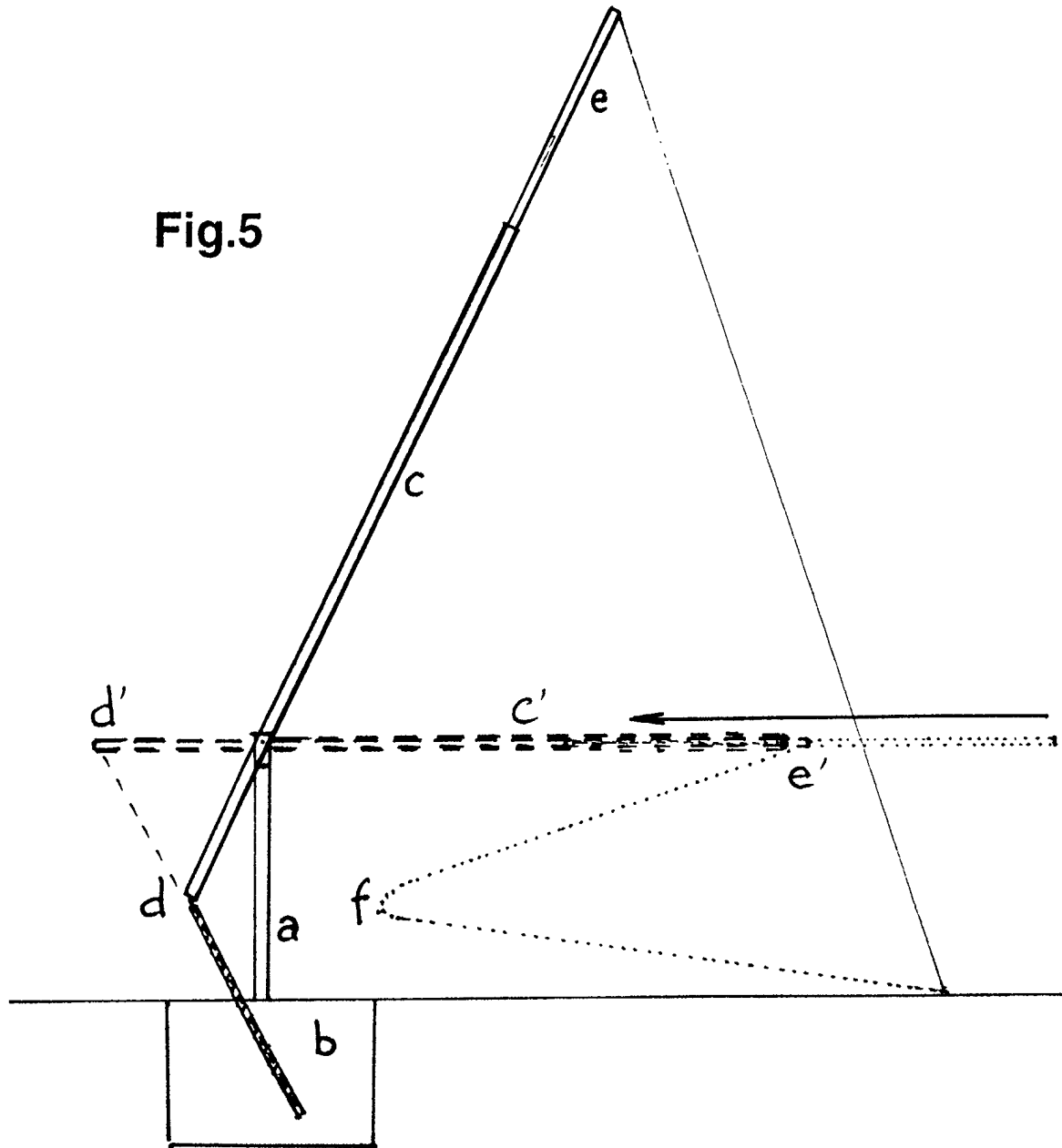


Fig.5



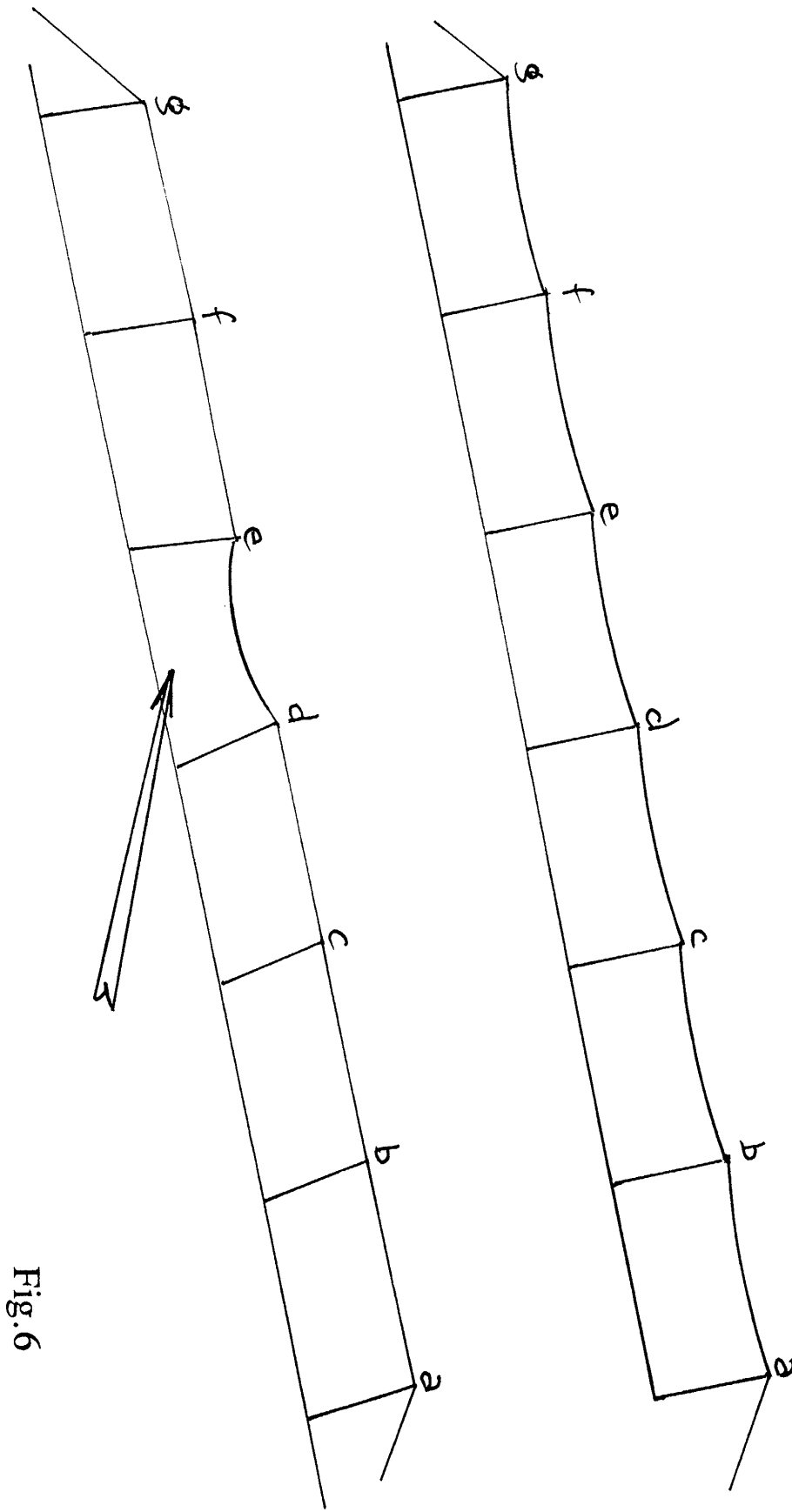


Fig. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 07 6895

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	FR 2 564 002 A (WIEDERMANN ANTON) 15 novembre 1985 (1985-11-15) * page 1, ligne 1-5 - page 2, ligne 32-37; revendications 5,6; figures 1,4,5,10 *	1,4,5	A63C19/00
A	---	6-9	
X	DE 198 22 162 A (BRECHT THOMAS) 25 novembre 1999 (1999-11-25) * colonne 1, ligne 11 - colonne 2, ligne 7 *	1,3-5	
A	---	6,9	
X	US 3 948 351 A (BAUMANN RENE) 6 avril 1976 (1976-04-06) * colonne 3, ligne 25-51 - colonne 5, ligne 10-40; figures 1,9 *	1-4	
A	---	7-9	
X	DE 40 10 209 A (BAUMEISTER & OSTLER GMBH CO) 2 octobre 1991 (1991-10-02) * colonne 1, ligne 1 - colonne 2, ligne 10; figures 1-3 * * colonne 4, ligne 41-43 *	1,5	
A	---	6,9	
A	EP 1 092 456 A (STEINBACH CHRISTIAN) 18 avril 2001 (2001-04-18) * colonne 1, ligne 1-5 - colonne 3, ligne 32-34; revendication 7; figure 3 *	1,4,5,9	
A	US 5 961 099 A (THOMMEN JR ROBERT A) 5 octobre 1999 (1999-10-05) * figure 1 *	1,9	
A	DE 31 35 902 A (MAIBACH GERD DIETER) 31 mars 1983 (1983-03-31) * revendications 1,2; figure 1 *	1,7-9	

	-/--		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche MUNICH		Date d'achèvement de la recherche 1 août 2002	Examineur Murer, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 07 6895

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	AT 400 815 B (BERGER JOHANN) 25 mars 1996 (1996-03-25) * figure 8 * -----	1,5,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche MUNICH		Date d'achèvement de la recherche 1 août 2002	Examineur Murer, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 07 6895

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-08-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2564002	A	15-11-1985	AT 386348 B	10-08-1988
			AT 155084 A	15-01-1988
			DE 3421080 A1	14-11-1985
			FR 2564002 A1	15-11-1985
			IT 1175530 B	01-07-1987
			JP 60242876 A	02-12-1985
DE 19822162	A	25-11-1999	DE 19822162 A1	25-11-1999
US 3948351	A	06-04-1976	CH 568766 A5	14-11-1975
			CH 579400 A5	15-09-1976
			CA 1046544 A1	16-01-1979
			DE 2419956 A1	02-10-1975
			FR 2272693 A1	26-12-1975
			GB 1486975 A	28-09-1977
			DE 2450446 A1	01-04-1976
			SE 414579 B	11-08-1980
			SE 7510637 A	25-03-1976
DE 4010209	A	02-10-1991	DE 4010209 A1	02-10-1991
EP 1092456	A	18-04-2001	AT 3370 U2	25-02-2000
			EP 1092456 A2	18-04-2001
US 5961099	A	05-10-1999	AUCUN	
DE 3135902	A	31-03-1983	DE 3135902 A1	31-03-1983
AT 400815	B	25-03-1996	AT 259993 A	15-08-1995

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82