

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **88402040.5**

51 Int. Cl.4: **A 62 C 1/14**
A 62 C 35/38, A 62 C 27/16

22 Date de dépôt: **04.08.88**

30 Priorité: **07.08.87 FR 8711299**

43 Date de publication de la demande:
08.02.89 Bulletin 89/06

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **Lemonnier, André**
San Luis Place du Marché
F-44770 Prefailles (FR)

72 Inventeur: **Lemonnier, André**
San Luis Place du Marché
F-44770 Prefailles (FR)

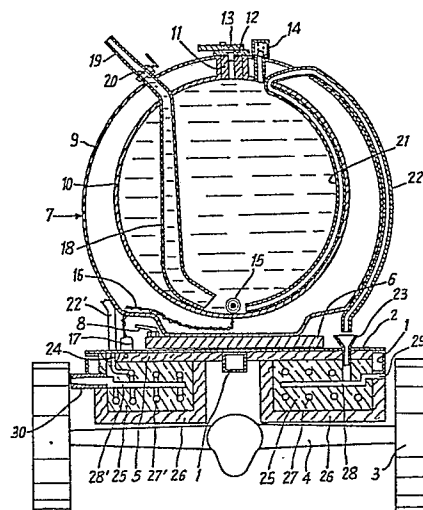
74 Mandataire: **Lemonnier, André**
Conseil en Brevets d'Invention 4 Boulevard Saint-Denis
F-75010 Paris (FR)

54 **Procédé de lutte contre l'incendie utilisant comme agent d'extinction de l'azote liquide contenu dans une enceinte isotherme et véhicule de lutte contre les incendies mettant en oeuvre ce procédé.**

57 La présente invention a pour objet un procédé de production d'un débit d'azote liquide ou gazeux à partir d'une enceinte isotherme contenant de l'azote liquide et un véhicule de lutte contre l'incendie mettant en oeuvre le procédé.

Conformément à l'invention on génère, à l'intérieur de l'enceinte isotherme contenant de l'azote liquide, un apport thermique d'environ 7 à 800 J (3,5 kcal) par litre de fluide à débiter, le véhicule comportant une citerne isotherme (7) pour le transport d'azote liquide, et un échangeur thermique (15) noyé dans la citerne (10).

L'invention permet de lutter contre les incendies, soit par aspersion directe d'azote liquide, soit par création d'une atmosphère non comburante.



Description

Procédé de lutte contre l'incendie utilisant comme agent d'extinction de l'azote liquide contenu dans une enceinte isotherme et véhicule de lutte contre les incendies mettant en oeuvre ce procédé.

On a déjà proposé, par exemple dans FR-A-2.315 290, DE-A-2 518 918 ou DE-A-3 206 827, d'utiliser l'azote liquide comme agent extincteur dans la lutte contre les incendies notamment les incendies de forêts.

L'azote liquide présente en effet l'avantage d'assurer un refroidissement intense des nappes gazeuses au sein desquelles il se vaporise à une température de l'ordre de $-195,8^{\circ}\text{C}$ et de donner naissance, avec un coefficient d'augmentation de volume de l'ordre de 650 à la température ambiante, à un gaz qui n'est pas comburant.

La dispersion d'azote liquide sur une zone incendiée assure donc à la fois le rôle des refroidissement et d'absorption calorifique recherché actuellement par l'aspersion d'eau et le rôle d'étouffement de la combustion par manque d'oxygène que l'on recherche par la technique dite du contre-feux.

Les documents antérieurs ci-dessus cités ne proposent toutefois aucun moyen réellement efficace pour mettre en oeuvre l'agent extincteur constitué par l'azote liquide. FR-A-2 315 290 se borne à indiquer qu'il faut lancer de l'azote solide ou liquide sur le foyer en gardant une distance suffisante pour échapper au dégagement brusque de l'azote et DE-A-2 518 918 et 3 206 827 proposent d'incorporer la charge d'azote liquide ou de CO_2 liquéfié dans des projectiles qui peuvent être des bombes d'avion.

Ces modes de dispersion qui sont d'une efficacité quasi-nulle en raison de l'absence de moyens pour disperser la charge sur une zone de surface adaptée à son importance, n'ont pas, à la connaissance du demandeur, reçu d'application pratique sauf, dans le cas de la bombe à neige carbonique, comme agent pluvigène.

La présente invention est basée sur l'observation que l'on sait actuellement transporter dans des véhicules, notamment terrestres, des masses importantes de gaz liquéfié dans des citernes isothermiques qui sont maintenues à l'air libre pour permettre l'échappement du gaz vaporisé. Du fait que la vaporisation est endothermique, ces citernes sont fortement calorifugées pour limiter la vaporisation et la technique du calorifugeage a atteint un haut degré d'efficacité de sorte que l'on peut stocker économiquement de grands volumes d'azote liquide lequel, de plus, étant un sous produit de la fabrication de l'oxygène liquide, est relativement peu onéreux.

La présente invention a comme premier objet un procédé de lutte contre l'incendie dans lequel on utilise comme agent d'extinction de l'azote liquide contenu dans une enceinte isotherme, caractérisé en ce qu'on contrôle le débit d'azote liquide ou gazeux formant l'agent d'extinction en générant à l'intérieur de l'enceinte isotherme, un apport thermique d'environ 7 à 800 J (3,5 kcal) par litre de fluide à débiter.

5 Du fait qu'un apport thermique de 161 J (0,161 kW) assure la vaporisation d'un centimètre cube d'azote liquide donnant 0,2 litre d'azote gazeux à la température de vaporisation de $195,8^{\circ}\text{C}$, il est possible de contrôler le débit en contrôlant l'apport thermique qui sera assuré de préférence par une résistance électrique immergée. Ce mode de contrôle du débit qui est formé d'azote gazeux, si la prise de sortie est au-dessus du niveau de l'azote liquide, ou d'azote liquide, si la prise est au dessous du niveau, est de toute évidence très simple et très souple et se prête mieux à la mise en oeuvre avec des citernes isothermiques interchangeables selon un mode de réalisation préférentiel de la présente invention que les systèmes classiques avec pompe immergée ou insufflation dans le réservoir d'un gaz sous pression.

20 Le débit d'azote liquide ou gazeux produit est réparti par le véhicule de lutte anti-incendie soit sous forme d'un jet dirigé directement sur le foyer, soit, au vent de l'incendie, sous forme d'une nappe non comburante à basse température qui sera poussée par le vent sur la zone incendiée.

25 Le véhicule de lutte contre l'incendie conforme à l'invention qui comporte une citerne isotherme pour le transport d'azote liquide est caractérisé par un échangeur thermique noyé dans cette citerne. Cet échangeur thermique est de préférence une résistance électrique immergée.

30 Dans le cas de la projection directe sur le foyer, on peut envisager d'assurer, par une conduite débouchant à l'air libre par une lance dirigeable vers le haut dont l'entrée plonge dans le volume d'azote liquide de la citerne dont l'évent est alors obturé, la projection d'azote liquide sous l'effet de la surpression créée à l'intérieur de la citerne par la vaporisation d'azote assurée par l'apport thermique. L'azote liquide est alors vaporisé par emprunt à la chaleur du foyer de 161 kJ (673 kcal) par litre d'azote liquide en donnant un volume d'azote gazeux non comburant de $0,242\text{ m}^3$ à -195°C donc très froid avec condensation de la vapeur d'eau et autres gaz ayant une température de liquéfaction supérieure à la température de l'azote gazeux contenu dans le produit de la combustion, les $0,242\text{ m}^3$ étant réchauffés jusqu'à la température ambiante par emprunt à l'ambiance pour donner $0,646\text{ m}^3$ en prélevant environ 164 kJ sur l'ambiance.

35 40 45 50 55 60 Par contre, dans le cas de la projection sur une zone non incendiée ou éteinte située au vent de la zone de feu, les calories ambiantes sont en général insuffisantes pour vaporiser rapidement l'azote liquide pulvérisé sur une bande longeant la trajectoire du véhicule. Il serait possible d'envisager d'accroître l'apport thermique par la résistance immergée en ne dispersant que l'azote gazeux vaporisé à la température de -195°C mais, outre que la puissance électrique nécessaire serait importante, il se produirait un bouillonnement de l'azote liquide et un risque d'élévation de la pression

interne.

Pour un véhicule de lutte contre l'incendie chargé de dix tonnes d'azote liquide (soit 12.400 litres) et se déplaçant à une vitesse de 6 km/h, une action d'extinction efficace devrait, sous réserve de vérifications expérimentales, être obtenue avec certitude avec une nappe d'azote gazeux à température ambiante de un mètre d'épaisseur et quinze mètres de large engendrée par la vaporisation d'environ 23 litres d'azote liquide par mètre linéaire et à la vaporisation dans la citerne, par la résistance immergée contrôlant le débit, de 100 cm³ soit 81 grammes d'azote liquide, soit un apport thermique de 16,1 kJ. La vitesse de déplacement donnée à titre d'exemple correspond à $6\,000 : 3\,600 = 1,61$ m/s et l'apport calorifique à assurer pour créer le débit recherché est de 26 kJ par seconde soit 26 kW. Cet apport calorifique devra être assuré pendant $12\,400 : 23 = 540$ secondes, soit en pratique neuf minutes, le front d'extinction créé ayant environ 870 mètres.

Pour que la charge de 10 tonnes d'azote liquide soit vaporisée de manière à créer avec certitude un front d'extinction gazeux sous forme d'une nappe froide non comburante, il faut assurer en 540 secondes la vaporisation dans la cuve de 56,4 litres d'azote liquide, soit un apport thermique de 9080 kJ (38000 kcal) et la vaporisation des 12 400 litres d'azote liquide, soit un apport thermique de $2 \cdot 10^6$ kJ.

Pour assurer ce résultat, le véhicule est muni d'un vaporisateur dans lequel est déversé l'azote liquide débité depuis la citerne isotherme. Ce vaporisateur sera avantageusement constitué par un ou des caissons occupant toute la longueur du véhicule et notamment deux caissons latéraux formant les longerons du véhicule avec des canalisations d'amenée de l'azote liquide et des orifices latéraux de sortie de l'azote gazeux. De préférence, les parois de ces caissons seront en un matériau à très grande capacité calorifique et haute conductibilité thermique de manière à pouvoir emmagasiner, avant l'entrée en action du véhicule, le maximum des calories constituant l'apport thermique de vaporisation et à les restituer dans le temps imparti de neuf minutes à 12 400 litres d'azote liquide.

Selon un mode de réalisation préférentiel, le ou les vaporisateurs sont constitués sous forme d'échangeurs thermiques avec les effluents thermiques du moteur de propulsion, c'est-à-dire les gaz d'échappement et/ou l'eau de refroidissement. En cas d'insuffisance, l'apport calorifique complémentaire peut être assuré avec des charges auto-comburantes telles que des cartouches de thermité placées de préférence directement dans le vaporisateur. Un moteur de 200 ch Din de puissance (146 kW) présente une perte thermique dans les gaz d'échappement d'environ 150 kW. Avec un récupérateur thermique ayant un rendement de 0,8, les calories nécessaires à la vaporisation de la charge totale d'azote seront stockées en environ trente fois le temps de dispersion de la charge soit 4 heures 30 minutes. Cette durée pouvant être prohibitive, il est possible selon une autre caractéristique de préchauffer avec des brûleurs la capacité thermique du vaporisateur.

Le véhicule conforme à l'invention ayant pour

objet de créer une atmosphère froide non comburante est exposé à se trouver placé dans une atmosphère non comburante qui peut être celle qu'il crée ou l'atmosphère pauvre en oxygène de l'incendie qu'il vient combattre. Il en résulte un double danger d'asphyxie pour ses occupants et d'arrêt pour le moteur.

Pour parer ces dangers, le véhicule est protégé par une carapace d'isolation thermique, il est équipé d'une réserve d'oxygène, la cabine est étanche et placée sous atmosphère à teneur en oxygène contrôlée, et le moteur est équipé d'un by-pass des gaz d'échappement refroidis par passage sur un échangeur dont le fluide froid est de l'oxygène liquide qui est mélangé avec les gaz d'échappement refroidis pour alimenter le moteur. Le véhicule est de préférence muni en outre d'un moteur électrique susceptible de fonctionner en génératrice pour charger des accumulateurs électriques alimentant les résistances électriques immergées de vaporisation de l'azote liquide ou, en cas d'urgence, comme propulseur électrique du véhicule.

Selon un mode de réalisation préférentiel, le véhicule conforme à l'invention est un véhicule à plate-forme muni, sur les deux côtés de la plate-forme, de vaporisateurs, la plate-forme étant équipée pour recevoir une ou plusieurs citernes isothermiques amovibles avec des moyens de fixation rapide desdites citernes et un raccord électrique entre le véhicule et la ou les résistances électriques immergées de chaque citerne, chaque citerne étant munie d'au moins une canalisation de refoulement de l'azote liquide qui vient déboucher dans l'entrée du vaporisateur.

Avec ce mode de réalisation, les citernes isothermiques remplies d'azote ou d'oxygène liquide peuvent être approvisionnées et éventuellement stockées à proximité du sinistre par des moyens de transport rapide à grande capacité tels que transports routiers ou ferroviaires et être mises en place sur l'engin d'intervention pour la dispersion, ce qui permet de concevoir un engin moins rapide et plus léger, notamment un engin sur chenilles qui peut être muni de moyens annexes tels que lame de bull-dozer pour l'abattage des arbres et buissons s'opposant à son passage, ou fléaux ou rouleaux pour l'extinction du feu par écrasement.

On peut également prévoir sur l'engin des moyens d'attelage pour une remorque habitable isolée thermiquement, étanche et alimentée en atmosphère contrôlée pour réaliser un moyen de secours pour l'évacuation des personnes encerclées par l'incendie ou pour l'amenée du personnel d'intervention.

Du fait des très basses températures régnant au droit du point de vaporisation de l'azote liquide, températures largement inférieures à -100°C, l'engin conforme à l'invention peut également être utilisé pour précipiter par pulvérisation, en vue d'en faciliter la neutralisation, les nuages de gaz toxiques ou contenant des particules mouillables en suspension dans un gaz ou de la vapeur d'eau, lorsque le gaz est liquéfiable à des températures supérieures à la température de l'atmosphère artificielle créée.

Il est à remarquer que l'azote étant un gaz plus léger que l'oxygène et que le mélange oxygène azote qui constitue l'air, il se dilue dans l'atmosphère ambiante dès qu'il est en équilibre de température et il n'est pas nocif du fait qu'il y a seulement réduction de l'oxyhémoglobine, comme lors d'un séjour en altitude, mais sans formation de carboxyhémoglobine comme dans le cas de l'asphyxie par les fumées. Une insufflation d'oxygène pratiquée dans le quart d'heure ou la demi-heure suivant la perte de connaissance par inhalation d'azote pur devrait assurer la reversibilité de l'état physiologique. Le procédé ne présente donc aucun risque pour le personnel d'intervention qui peut être muni de combinaisons thermiques étanches pour éviter le froid du vent d'azote glacé auquel le personnel n'est cependant pas soumis normalement et de respirateurs à oxygène.

Il est également possible, sous réserve d'un réchauffage de l'azote gazeux au-dessus du point de congélation des substances moussantes liquides disponibles commercialement, d'utiliser le flux d'azote sous pression pour générer une mousse sèche à base d'azote sous forme d'un boudin de mousse destiné à être poussé sur la zone incendiée par le vent attisant et propageant l'incendie.

L'invention sera décrite ci-après sous forme d'un exemple de réalisation purement illustratif avec référence au dessin ci-annexé dont la figure unique représente une vue en coupe transversale schématique du véhicule.

Dans le dessin la référence 1 désigne le bâti du véhicule qui comporte une plate-forme 2. Le véhicule est du type chenillé, les chenilles étant schématisées en 3 et un pont en 4.

La plate-forme est isolée thermiquement par une couche isolante 5.

Sur la plate-forme 2 est posée par une base 6 la cuve citerne calorifugée désignée par la référence générale 7. La base 6 de la cuve est fixée de façon amovible sur la plate-forme 2 par des dispositifs à vis de blocage 8. La cuve calorifugée 7 comporte une enveloppe externe 9 et une cuve interne 10 mécaniquement résistante avec entre elles une isolation cryogénique d'un type quelconque usuel (non représenté). La cuve 10 est fermée à sa partie supérieure par une tampon de remplissage 11 dans lequel est ménagé un évent 12 obturable par un obturateur 13. une soupape de sécurité 14 est tarée pour s'ouvrir sous la pression de sécurité de la cuve 10 lorsque l'obturateur 13 est fermé.

Conformément à l'invention une résistance électrique blindée 15 est montée au fond de la cuve 10 et alimentée par un conducteur 16 se terminant par une prise débranchable 17. L'alimentation de la prise est contrôlée en puissance depuis la cabine du véhicule.

Deux dispositifs différents de mise en oeuvre du débit d'azote liquide refoulé par l'azote vaporisé par la puissance dissipée par la résistance 15 ont été illustrés schématiquement. Dans la partie de gauche un tube plongeur 18 descend à proximité du fond de la cuve 10 et se termine à sa partie supérieure par une lance 19 contrôlée par une vanne 20. Le tube plongeur 18 et la lance 19 ont une section décroissante pour accroître la vitesse du jet à la

sortie et augmenter la portée de la projection d'azote liquide perpendiculairement à la route suivie par le véhicule.

Le deuxième système représenté dans la partie de droite de la figure comporte un tube plongeur 21 qui descend au fond de la cuve et qui se prolonge par un tube 22 extérieur à la citerne lequel se termine au dessus d'un entonnoir 23 d'introduction de l'azote liquide dans le système d'évaporation. On peut raccorder le tube 22' de façon étanche à l'entrée 24 du système d'évaporation lorsque l'azote gazeux doit être projeté sous pression.

Dans la partie de droite de la figure le système d'évaporation a été représenté comme comportant une capacité thermique 25 isolée thermiquement par une couche 26, cette capacité pouvant être constituée par une masse de réfractaire. Des canaux 27 prévus dans cette capacité thermique 28 sont parcourus par les gaz d'échappement du moteur ou des gaz de combustion provenant d'une source indépendante. Dans la capacité thermique 25 est d'autre part réalisée une chambre lamellaire 28 alimentée en azote liquide par l'entonnoir 23 et qui présente une fente latérale 29 de sortie de l'azote vaporisé.

Dans la partie du gauche la vaporisation de l'azote liquide se fait par injection dans une enceinte constituée par les canaux 27' et la chambre lamellaire 28, le mélange de l'azote gazeux et des gaz de combustion refroidis étant éjecté par une tuyère latérale 30.

Revendications

1. Un procédé de de lutte contre l'incendie dans lequel on utilise comme agent d'extinction de l'azote liquide contenu dans une enceinte isotherme, caractérisé en ce qu'on contrôle le débit d'azote liquide ou gazeux formant l'agent d'extinction en générant, à l'intérieur de l'enceinte isotherme, un apport thermique d'environ 7 à 800 J (3,5 Kcal) par litre de fluide à débiter.

2. Un procédé de lutte contre l'incendie selon la revendication 1, caractérisé en ce que le débit d'azote liquide ou gazeux produit est réparti sous forme d'un jet dirigé directement sur le foyer.

3. Un procédé de lutte contre l'incendie selon la revendication 1, caractérisé en ce que le débit d'azote liquide ou gazeux produit est réparti, au vent de l'incendie, sous forme d'une nappe gazeuse non comburante à basse température.

4. Un véhicule de lutte contre l'incendie mettant en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 comportant une citerne isotherme (7) pour le transport d'azote liquide, caractérisé en ce qu'il comporte un échangeur thermique (15) noyé dans la citerne (10).

5. Un véhicule de lutte contre l'incendie selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une conduite (18) débouchant à l'air libre par une lance (19) dirigeable vers le haut dont l'entrée plonge dans le volume d'azote liquide de la citerne (10) dont l'évent (12) est alors obturé. 5

6. Un véhicule de lutte contre l'incendie selon la revendication 4, caractérisé en ce que le véhicule est muni d'un vaporisateur (25) dans lequel est déversé par une tubulure (21-22) plongeant au fond de la citerne (10), l'azote liquide refoulé par l'azote gazeux vaporisé par l'échangeur thermique. 10

7. Un véhicule de lutte contre l'incendie selon la revendication 6, caractérisé en ce que le vaporisateur est constitué sous forme d'échangeurs thermiques (27-28) avec les effluents thermiques du moteur de propulsion. 15

8. Un véhicule de lutte contre l'incendie selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous forme d'un véhicule à plate-forme (2) muni, sur les deux côtés de la plate-forme, de vaporisateurs (25-28), la plate-forme étant équipée pour recevoir une ou plusieurs citernes isothermiques (7) amovibles avec des moyens (8) de fixation rapide desdites citernes et un raccord électrique (17) entre le véhicule et la ou les résistances électriques (15) immergées de chaque citerne, chaque citerne étant munie d'au moins une canalisation (21-22) de refoulement de l'azote liquide qui vient déboucher dans l'entrée (23) du vaporisateur. 20
25
30

35

40

45

50

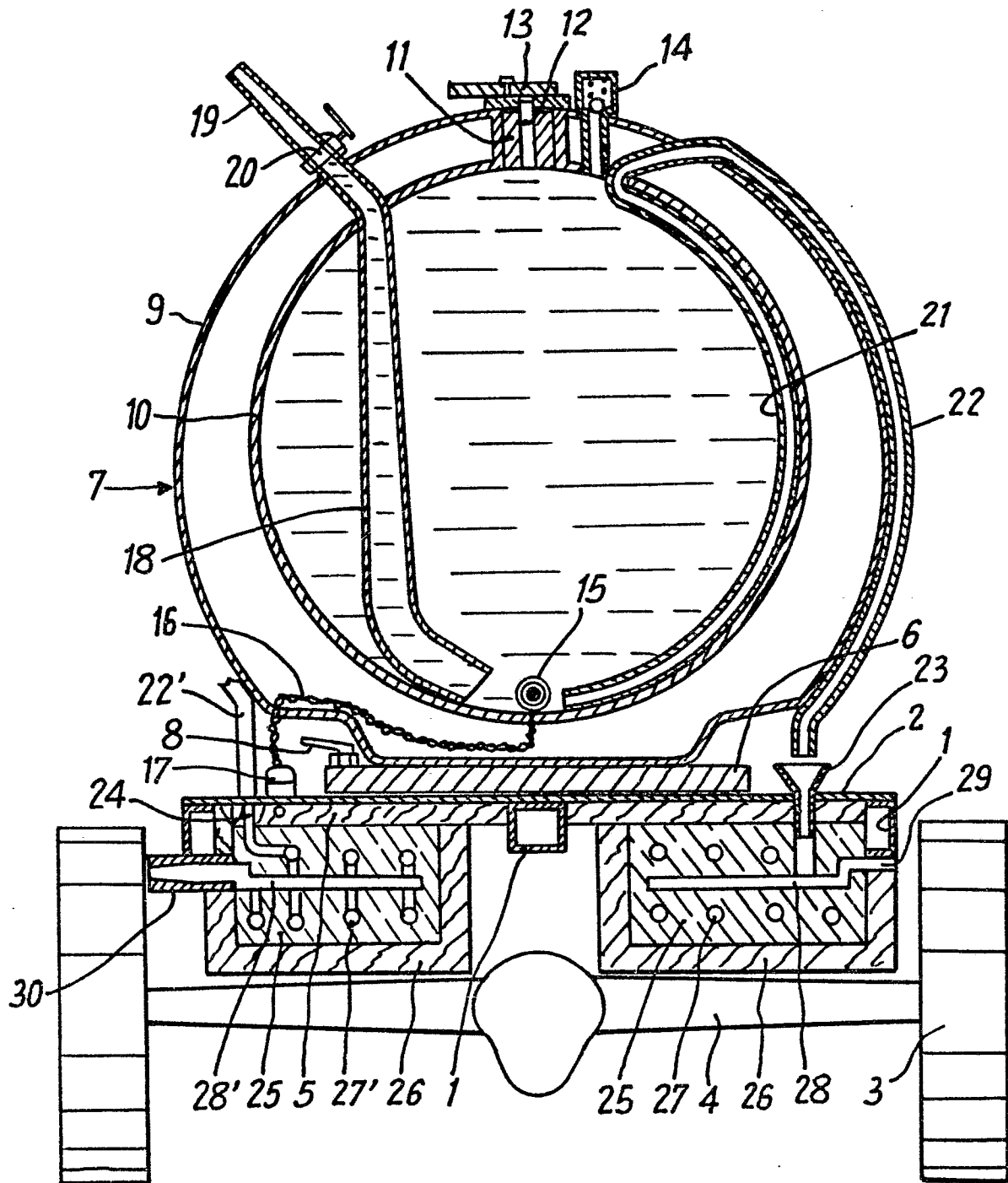
55

60

65

5

0302797





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 2040

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.4)
X	US-A-3 438 445 (C.D. MacCRACKEN) * Colonnes 3,4,5; figures 1-4 * ---	1-8	A 62 C 1/14 A 62 C 35/38 A 62 C 27/16
X	US-A-3 893 514 (CARHART et al.) * Colonnes 2,3; figures 1,2 * ---	1,2,3	
A	LU-A- 46 008 (J.N. WISER) * En entier * ---	1-8	
A	GB-A-1 069 424 (THE MINISTER OF TECHNOLOGY) * Page 1, ligne 70 - page 2, ligne 36 * ---	1-4,7	
A,D	FR-A-2 315 290 (COMERZAN) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			A 62 C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 02-11-1988	Examineur WOHLRAPP R.G.
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	