



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **91403394.9**

(51) Int. Cl.⁵ : **F17C 13/12, B65D 88/76, B65D 90/22**

(22) Date de dépôt : **13.12.91**

(30) Priorité : **17.12.90 FR 9015754**

(43) Date de publication de la demande :
24.06.92 Bulletin 92/26

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

(71) Demandeur : **Dufourneaud, Jean-Marie**
31, rue du Cottage
F-92410 Ville d'Avray (FR)

(72) Inventeur : **Dufourneaud, Jean-Marie**
31, rue du Cottage
F-92410 Ville d'Avray (FR)

(54) **Procédé et dispositif de sécurité pour stockage de gaz liquéfiés et autres produits chimiques ou pétroliers en canalisations.**

(57) Procédé pour garantir la sécurité d'un stockage de gaz liquéfiés ou autres produits chimiques, pétrochimiques ou pétroliers et caractérisé en ce qu'il est réalisé dans des canalisations habituelles convenablement agencées et que toute liaison entre le stockage et la zone opératoire est dépourvue de tout équipement lourd spécialisé à l'intérieur du stockage, que certaines liaisons banalisées comme l'emplissage et le soutirage du produit sont interchangeables, que l'ensemble de toutes lesdites liaisons sortant du stockage sont isolables en cas de danger, au plus près du stockage, soit automatiquement soit volontairement par des vannes automatiques (71-73 ; 81-83 ; 91-93) à fermeture rapide et sécurité positive et que le stockage est divisé en compartiments indépendants, chacun pouvant être vidangé à distance dans le reste du stockage ou à l'extérieur en cas de danger.

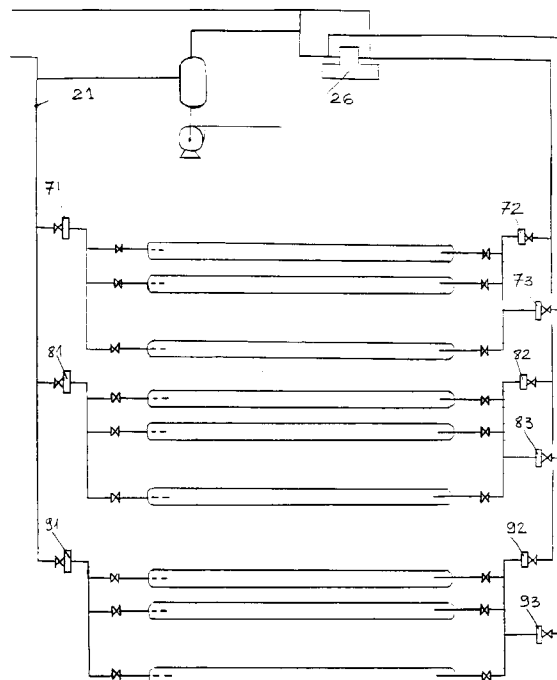


FIG 3

L'invention concerne le fait d'utiliser de simples tuyauteries industrielles comme les pipelines comme moyen de stockage de gaz liquéfiés. Le stockage pouvant être divisé en compartiments avec la possibilité d'isoler séparément chaque compartiment du stockage.

La demande présente est une application dans le domaine des canalisations d'usine ou des pipelines c'est-à-dire qu'elle porte sur des tuyauteries situées au voisinage du sol et recouvertes généralement d'une faible épaisseur de terre.

Dans un passé récent la sécurité et l'environnement ont vu leur importance considérablement accrue dans le domaine des stockages des gaz liquéfiés. En particulier les distances de sécurité imposées par les Règlementations aux stockages conventionnels comme les sphères et les cylindres aériens ont été considérablement augmentées. Même les cylindres sous talus qui représentent une amélioration récente doivent respecter des distances de sécurité non négligeables. Ces distances de sécurité reflètent l'importance du risque que l'Administration associe à chacun des types de stockages conventionnellement utilisés actuellement. A l'opposé il existe une technologie industrielle dont la fiabilité et la sécurité n'ont plus à être démontrées: l'ensemble des pipelines et tuyauteries industrielles. Il en existe des millions de kilomètres à travers les différents pays transportant des produits dangereux, inflammables ou explosifs et traversant les campagnes, les villes, les routes, les voies ferrées, les ports, les ponts, aussi bien en conduites isolées qu'en nappes ou en faisceaux. Les Règlementations des différents pays qui autorisent une telle situation pourraient sembler permissives par rapport à la sévérité concernant les stockages conventionnels des L.P.G. En réalité ces Règlementations ne font que constater la très grande fiabilité et la sécurité atteintes dans la réalisation des conduites industrielles et des pipelines, depuis la production des tuyauteries normalisées jusqu'aux soudures par des soudeurs qualifiés selon des normes très strictes et à la protection cathodique très bien maîtrisée par les constructeurs et les opérateurs.

Autant de critères rassurants que l'on ne retrouve pas dans les stockages conventionnels de L.P.G.:

- Les sphères et cylindres aériens présentent des risques d'explosion en cas de feu près du stockage ou sous celui-ci
- Les cylindres sous talus sont encore peu nombreux dans bien des pays (sauf en Allemagne) et souvent expérimentaux, aussi bien concernant la construction que l'exploitation.
- Les stockages souterrains sont des installations lourdes étrangères aux personnel d'exploitation du raffinage, de la pétrochimie et de la chimie. Leur réalisation fait appel à des techniques non connues des futurs utilisateurs qui ne peuvent donc pas les contrôler, comme géologie,

mécanique des roches, hydrogéologie, sismique. Durant toute la durée de vie du stockage une assistance technique extérieure importante est nécessaire pour assurer la surveillance du stockage et surtout celle de la nappe phréatique tout ceci motivant des rapports fréquents (souvent mensuels) à l'Administration (Mines, Agence de Bassin d'eau locale...). Le Plan d'Intervention pour la coordination des intervenants en cas de sinistre est également plus lourd et plus complexe que pour une installation classique. Tout ceci montre que ce type de stockage n'est absolument pas adapté aux capacités moyennes ou faibles.

L'idée développée ici est d'utiliser une technologie éprouvée, très fiable, bien connue dans tous les pays et toutes les industries, et présentant la meilleure sécurité d'exploitation pour assurer la fonction de stockage de produits dangereux comme les L.P.G. en remplacement des procédés conventionnels. Le fait d'assurer la fonction stockage dans les tuyauteries habituellement utilisées comme moyen de transfert est nouveau et permet d'augmenter fortement la sécurité face aux procédés conventionnels.

En effet, traditionnellement, les pipelines et tuyauteries industrielles sont utilisés pour le transport des liquides ou gaz, c'est-à-dire que l'entrée du produit à une extrémité et la sortie du produit à l'autre se font en même temps; une opération entraînant l'autre.

Selon l'invention au contraire la fonction stockage est réalisée grâce au fait que l'on a rendu l'entrée et sortie du produit strictement indépendantes l'une de l'autre.

C'est-à-dire que l'on peut entrer du produit sans en sortir, ou en sortir sans en entrer, ou entrer et sortir simultanément à des débits différents. Ceci est possible car le produit est en phase mixte liquide/gaz à l'intérieur de la tuyauterie de stockage.

De même la caractéristique permettant de diviser le stockage en plusieurs compartiments isolables que l'on peut vidanger à distance dans le reste du stockage ou à l'extérieur, est nouveau, dans la mesure où les stockages conventionnels, comme sphère, cylindre, stockage souterrain, ne sont pas divisés en compartiments indépendants.

L'invention concerne un procédé et un dispositif pour garantir la sécurité d'un stockage de gaz liquéfiés et autres produits chimiques, pétrochimiques ou pétroliers dans des canalisations industrielles usuelles convenablement agencées.

Le stockage sera généralement constitué de plusieurs nappes superposées; chaque nappe étant composée d'un certain nombre de canalisations parallèles de longueur adaptée au besoin et au terrain et généralement de grand diamètre. Chaque nappe sera divisée en compartiments regroupant chacun une partie des canalisations de la nappe. Ainsi un stockage de x nappes ayant y compartiments de z

canalisations chacun comporte au total $x \cdot y \cdot z$ canalisations. L'ensemble sera recouvert de terre, qu'il soit positionné entièrement ou en partie sous le niveau du sol.

Tous les dangers liés à la possibilité d'un feu sous le stockage sont donc ainsi éliminés.

Différentes liaisons par tuyauteries opératoires assurent les communications nécessaires entre le stockage et les installations opérationnelles afin de réaliser les fonctions élémentaires permettant le fonctionnement du stockage: remplissage, soutirage, extraction de l'eau, mesures de niveau, température, pression, alarmes.

Traditionnellement, les stockages de gaz liquéfiés protégés contre le feu (comme les stockages souterrains ou les cylindres sous talus) les liaisons avec la surface comportent des équipements mécaniques, électriques, ou de mesures, situés à l'intérieur du stockage et dont la manutention pour réparation ou entretien nécessite de très gros moyens et crée des situations potentiellement dangereuses, pouvant même amener à arrêter le stockage, le vider et l'inertiser. Le procédé selon l'invention remédie à cet inconvénient en supprimant tous les équipements lourds du stockage et en sortant leur fonction hors du stockage.

Traditionnellement les liaisons entre le stockage et la zone opératoire sont spécialisées et donc on ne peut remplacer l'une par une autre. Le procédé selon l'invention banalise la ligne de remplissage et celle de soutirage.

Traditionnellement les canalisations sortant d'un stockage de gaz liquéfié (stockage souterrain, sphère, cylindre aérien ou sous talus) peuvent être équipées de vannes à fermeture rapide qui peuvent isoler le stockage entier de l'extérieur en cas de problème à l'extérieur du stockage. En cas de fuite sur le stockage lui-même il n'est pas possible d'isoler la fuite. Le procédé selon l'invention remédie à ces inconvénients car les vannes de sécurité sont disposées telles qu'elles permettent d'isoler des compartiments du stockage formés de une ou plusieurs canalisations. Chaque compartiment peut être isolé de l'extérieur mais aussi du reste du stockage. En cas de fuite le compartiment comportant la fuite peut être localisé puis vidangé rapidement dans le reste du stockage ou vers l'extérieur puis éventuellement inerté et finalement isolé. Lorsque les conditions de sécurité le permettent à nouveau l'opérateur utilise des vannes manuelles pour localiser la canalisation du compartiment comportant la fuite et l'isoler définitivement afin de remettre en service les canalisations sans fuite.

Aucune échelle n'a été respectée dans la représentation des figures. En particulier les tuyauteries de stockage sont représentées comme de gros cylindres alors que les tuyauteries opératoires sont représentées par de simples lignes, alors que les diamètres de ces deux types de tuyauteries pourraient très bien être

voisins.

La figure 1 représente le schéma de principe des liaisons entre le stockage, réduit à une seule canalisation, et la zone des opérations. Des équipements lourds mécaniques, électriques ou électroniques servent à assurer les fonctions élémentaires autres que la fonction évent, permettant le fonctionnement du stockage, comme: remplissage, soutirage, extraction de l'eau, mesures de niveau, température, pression, alarmes. Selon une caractéristiques de l'invention, tous les équipements lourds sont installés hors du stockage, permettant ainsi de concevoir un type de liaison standard entre le stockage et la zone des opérations qui peut servir à assurer indifféremment le remplissage ou le soutirage du produit. Sur la figure 1 ont été représentées par exemple une liaison pour le soutirage ou pour le remplissage (21) et une liaison gaz (1). L'extraction de l'eau se fait par la ligne (41) de soutirage de la réserve de décantation (44) située en dehors et au dessous du niveau de stockage. La liaison standard (21) est normalement raccordée à la canalisation stockage par un piquage en position basse. Mais exceptionnellement, si nécessaire, le système de soutirage permet de raccorder la liaison (21) par le dessus de la canalisation stockage par un tube plongeur ouvert dans la phase liquide du produit stocké juste au dessus du niveau du fond du stockage, et qui remonte jusqu'en partie haute. Selon l'invention chaque compartiment du stockage n'est relié à l'extérieur que par deux liaisons principales, liquide et gaz, toutes deux isolables par des vannes automatiques à fermeture rapide et sécurité positive.

La figure 1 montre aussi la liaison assurant le soutirage du produit hors du stockage. Cette opération se fait en phase liquide à travers la ligne (21) qui plonge dans le fond du ballon de réception (25) dont la phase gaz est reprise par le compresseur (26) et renvoyée au stockage par la ligne gaz (1). La phase liquide du ballon (25) est expédiée aux utilisateurs par la pompe (28). Selon la caractéristique de l'invention une conséquence de l'aspiration de la phase gaz du ballon (25) par le compresseur (26) est une évaporation du liquide en surface avec refroidissement de la couche liquide supérieure dans le ballon et établissement dans la phase gaz du ballon d'une pression d'équilibre inférieure à la pression d'équilibre du gaz liquéfié aux conditions de stockage. De plus une autre conséquence du renvoi de la phase gaz comprimée par le compresseur (26) vers le stockage est que la pression dans le ciel gazeux du stockage sera supérieure à la pression d'équilibre correspondant à la température du produit stocké. Comme il apparait la pression du ballon récepteur (25) sera inférieure à la pression d'équilibre du gaz liquéfié stocké, et la pression de la phase gaz dans le stockage sera supérieure à cette pression d'équilibre. Cette situation permet de vaincre la différence de pression statique qui existe entre le ballon (25) et le stockage qui est

plus bas que ce dernier. La marche du compresseur n'est pas forcément continue. Lorsque la pression dans le stockage aura trop baissé l'action du compresseur reprendra pour la faire remonter. Il s'agit d'un équilibre autostable en ce sens que l'augmentation maximum de pression dans le stockage est limitée strictement à la valeur qui permet la remontée du liquide. Afin de donner un ordre de grandeur on peut dire que la colonne liquide à vaincre dans la ligne de sortie du produit sera inférieure à 10 mètres et que l'augmentation maximum de pression dans le stockage au delà de la tension de vapeur du produit stocké sera inférieure à 0,5 bar environ.

La figure 1 montre aussi la liaison de remplissage, toujours par la même ligne (21). Dans ce cas le compresseur (26) peut recevoir la phase gaz du stockage et la refouler vers la citerne à vider vers le stockage.

La figure 1 montre aussi la liaison d'extraction de l'eau du stockage. Selon une caractéristique de l'invention, elle se fait par la ligne principale (41) ouverte dans la réserve de décantation d'eau (44) entièrement indépendante du stockage et située en dessous du point le plus bas du stockage auquel elle est raccordée par la ligne de soutirage (21), ce qui permet au niveau d'eau de monter dans la ligne principale (41) si la contrepression au bout de cette ligne est abaissée au dessous de la pression du stockage. La ligne principale (41) peut amener l'eau à un ballon d'où elle est évacuée par une pompe. Pour les stockages à faible pression, lorsqu'une dépressurisation est nécessaire pour amorcer le débit d'eau entre la réserve (44) et le ballon, elle est obtenue soit par un petit compresseur ou une pompe à vide aspirant du gaz du ballon et le refoulant au stockage par sa ligne gaz (1). Pour faciliter l'écoulement de l'eau décantée les canalisations du stockage peuvent être légèrement en pente, partie basse côté sortie liquide.

La figure 1 montre aussi l'installation d'un indicateur de niveau. Selon une caractéristique de l'invention, cet indicateur (51), de type classique, est entièrement à l'extérieur du stockage et connecté à la liaison liquide (21) et à la liaison gaz (1) au delà des vannes automatiques de sécurité (71 et 72) en des points tels que les pressions soient représentatives de la pression du gaz à l'intérieur du stockage et de celle du liquide en fond du stockage. La différence entre ces deux pressions est proportionnelle au produit de la hauteur du liquide dans le stockage par la densité du produit. Un cas particulier simple d'indicateur de niveau étant le tube externe donnant le niveau interne par le principe des vases communicants. Le niveau est démontable sans arrêt du stockage. Pendant qu'il y a débit dans les conduites (21 et 1) une correction de l'indication de niveau en fonction des pertes de charges peut être réalisée.

La figure 2 montre une vue de dessus d'un compartiment du stockage formé de plusieurs canali-

sations parallèles d'une même nappe horizontale. La mise en sécurité de ce compartiment est obtenue en l'isolant de l'extérieur par des vannes automatiques de sécurité à fermeture rapide équipant chaque canalisation sortant du compartiment. La ligne (21) de remplissage ou soutirage est équipée d'une vanne automatique (71) du côté liquide. Du côté gaz la ligne de retour du gaz comprimé (1) par le compresseur (26) est équipée d'une vanne automatique (72) et la ligne (2) de départ du gaz vers le compresseur d'une autre vanne automatique (73). Chaque canalisation du compartiment de stockage peut être isolée séparément par des vannes manuelles accessibles, une sur la sortie liquide et l'autre sur la sortie gaz. D'autres vannes manuelles situées au delà des vannes automatiques complètent les vannes précédentes et permettent d'isoler les vannes automatiques pour démontage et entretien. Les vannes manuelles et automatiques sur les lignes gaz sont situées au dessus de la surface du sol. Celles sur les lignes liquides peuvent avantageusement être situées en profondeur derrière un merlon ou un muret (3), dans un espace accessible aux opérateurs. Les vannes automatiques à fermeture rapide seront à sécurité positive, actionnées hydrauliquement ou pneumatiquement et commandées par fusible, détection continue de gaz, et toute autre détection de danger. Les vannes automatiques sont démontables sans arrêt de l'opération du stockage. En effet seul le compartiment concerné est isolé.

La figure 3 montre une nappe de trois compartiments avec leurs vannes automatiques à fermeture rapide. En cas de fuite par exemple sur l'une des canalisations du compartiment du milieu il peut être isolé dans un premier temps par fermeture de ses 3 vannes automatiques (81,82,83) commandées à distance. Dans un deuxième temps il pourra être vidangé, par exemple, dans les deux compartiments voisins. Pour cela la ligne liquide (2) est fermée vers l'extérieur alors que les 3 vannes automatiques côté liquide (71,81,91) sont ouvertes. Les vannes automatiques gaz (73,93) vers l'aspiration du compresseur (26) sont ouvertes alors que celle du compartiment à vider (83) est fermée. Les vannes automatiques gaz (72,92) sur la ligne de refoulement du compresseur (26) sont fermées alors que celle du compartiment à vider (82) est ouverte. L'augmentation de pression ainsi créée par le compresseur (26) dans le compartiment à vidanger par rapport aux compartiments récepteurs permet de réaliser rapidement le transfert liquide. D'une façon analogue on peut vidanger le compartiment à fuite vers l'extérieur. Dans un troisième temps, lorsque les conditions de sécurité le permettent, les opérateurs peuvent déterminer quelle est la canalisation du compartiment qui fuit et l'inertier avant de l'isoler par ses vannes manuelles. Enfin le compartiment diminué de sa canalisation inertée et isolée peut être remis en service.

La figure 4 montre schématiquement la possibilité de stockage en canalisations de produits ayant une très faible tension de vapeur. Selon une caractéristique de l'invention la phase gaz du stockage est reliée à une réserve externe (27) de gaz pousseur par ligne gaz (2) et le compresseur (26). Pour permettre le remplissage, le stockage est vidé plus ou moins complètement de son gaz pousseur qui est comprimé par le compresseur dans la réserve (27). Pour assurer le soutirage le gaz sous pression de la réserve (27) est renvoyé au stockage sans le compresseur qui est contourné.

Revendications

1) Procédé pour garantir la sécurité d'un stockage de gaz liquéfiés ou autres produits chimiques, pétrochimiques ou pétroliers et caractérisé en ce que le stockage est réalisé dans des canalisations industrielles habituelles, de type canalisations d'usine ou pipelines, convenablement agencées et divisées en compartiments indépendants, isolables, soit automatiquement soit volontairement par des vannes automatiques ou des clapets, chaque compartiment pouvant être vidangé à distance dans le reste du stockage ou à l'extérieur en cas de danger.

2) Procédé selon la revendication 1 où l'extraction de l'eau du stockage se fait par la ligne principale (41) ouverte dans la réserve de décantation d'eau (44), entièrement indépendante du stockage et située en dessous du niveau du stockage auquel elle est reliée par la ligne de soutirage (21), ce qui permet au niveau d'eau de monter dans la ligne (41) si la contre-pression au bout de cette ligne est abaissée au dessous de la pression du stockage, et caractérisé en ce que ledit abaissement de pression est obtenu, si nécessaire, par un petit compresseur ou une pompe à vide aspirant le gaz du ballon séparateur recevant la ligne de sortie d'eau (41) et le refoulant au stockage par sa ligne gaz (1) lors des opérations d'amorçage alors que l'eau arrivée du stockage au ballon séparateur en est reprise par pompe, ladite extraction d'eau se faisant sous contrôle du niveau dans la réserve (44)

3) Procédé selon la revendication 1 et caractérisé en ce que les indicateurs de niveau, avec ou sans alarmes, sont situés à l'extérieur du stockage, au delà des vannes automatiques d'isolement et donc démontables en sécurité, lesdits indicateurs de niveau étant des appareils usuels connectés par le bas à la ligne de soutirage (21) en un point repéré par rapport au niveau du fond du stockage, et par le haut à la sortie gaz du stockage, les connections étant réalisées en des points où les pressions sont représentatives de celles de l'intérieur du stockage, ce qui permet d'en déduire le niveau du liquide stocké par le principe des vases communicants ou interpré-

tation de la pression différentielle, avec éventuelle correction dûes aux pertes de charge en régime dynamique.

4) Dispositif selon la revendication 1 et caractérisé en ce que les canalisations du stockage sont isolables par des vannes automatiques à fermeture rapide pouvant être commandées individuellement et permettre d'isoler un compartiment du stockage ayant une fuite puis de le vider rapidement dans d'autres compartiments ou vers l'extérieur, uniquement par des commandes à distance, lesdites vannes automatiques étant démontables sans arrêt opératoire du stockage entier grâce à des vannes manuelles d'isolement accessibles.

5) Dispositif selon la revendication 1 et caractérisé en ce que le stockage d'un produit de très faible tension de vapeur est réalisé grâce à l'utilisation d'un gaz pousseur en remplacement de la phase vapeur du produit stocké, ledit gaz pousseur étant repris du stockage par le compresseur (26) lors des réceptions de produit, et comprimé vers le volume de réserve (27), et au contraire renvoyé au stockage pour repousser le produit lors des expéditions.

6) Procédé selon la revendication 1 et caractérisé en ce que l'extraction du produit stocké se fait en phase liquide par la ligne principale (21) grâce à la pression différentielle entretenue par le compresseur (26) qui aspire dans le ballon (25) où la température du produit liquide de la couche en surface est maintenue plus basse que la tension de vapeur du produit dans le stockage par l'évaporation de la phase gaz alimentant le compresseur (26), ledit compresseur refoulant vers le stockage une phase gaz surchauffée à une pression supérieure à la pression d'équilibre du gaz liquéfié stocké à la température du stockage

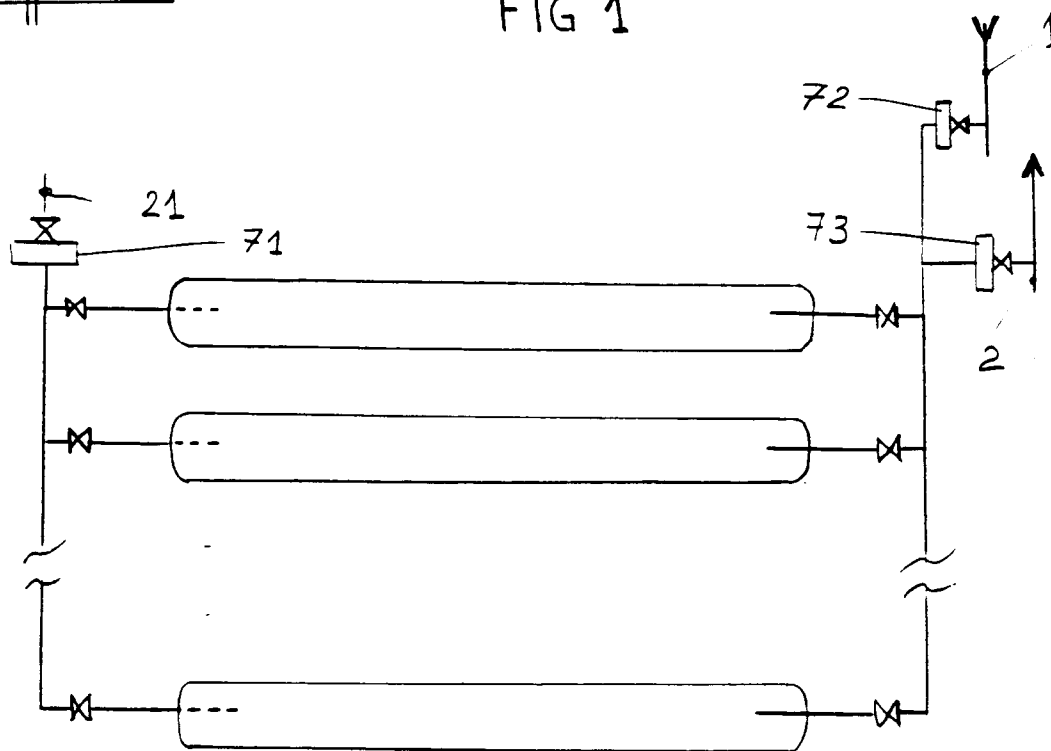
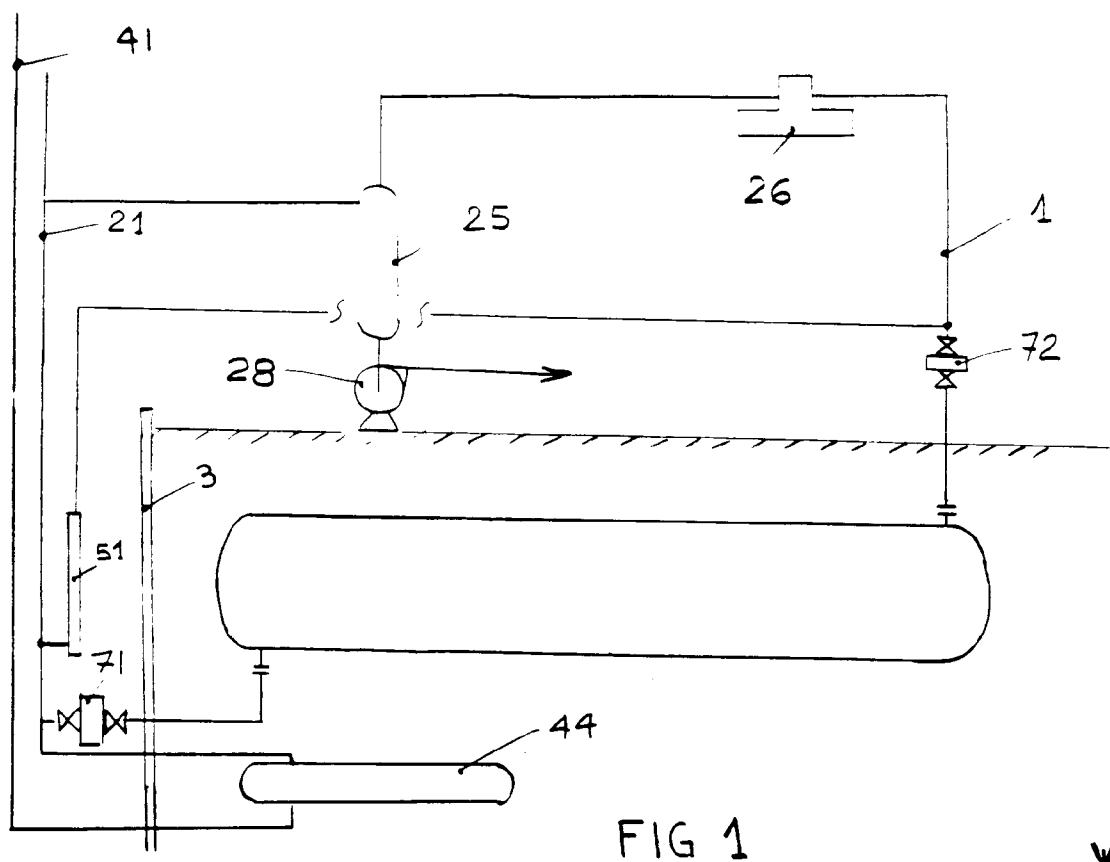


FIG 2

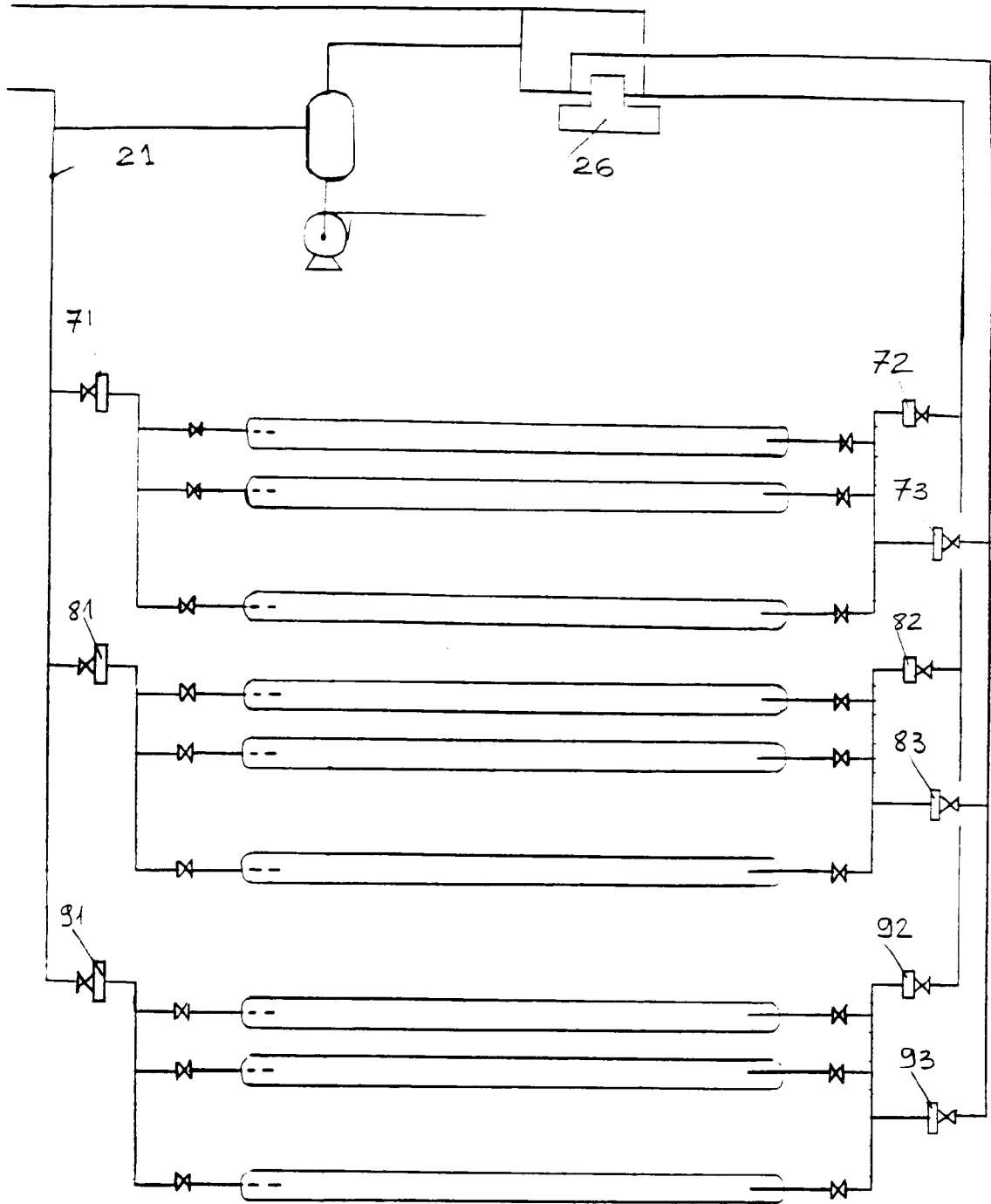


FIG 3

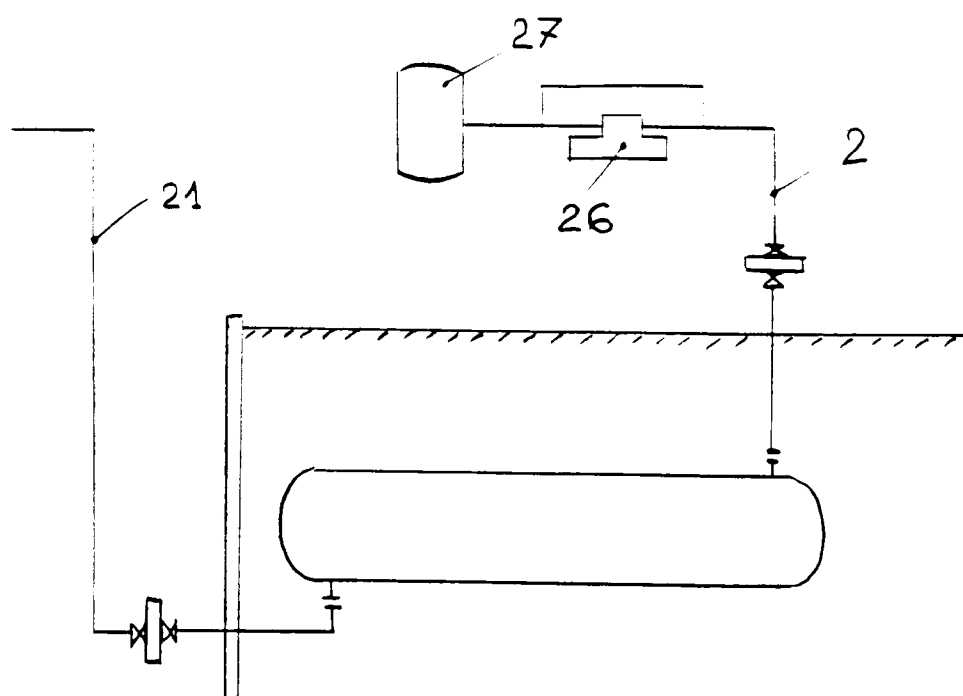


FIG 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 3394

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.5)
X	EP-A-0 013 854 (GEOSTOCK) * résumé * * page 1, ligne 1 - ligne 18 * * revendications 1-3,5,6,10,11 * ---	1, 2, 4	F17C13/12 B65D88/76 B65D90/22
A	US-A-2 895 305 (E.E. REED) * colonne 1, ligne 15 - ligne 18 * * colonne 2, ligne 61 - colonne 3, ligne 34 * * figure 1 * ---	1	
A	CHEMIE, INGENIEUR, TECHNIK, vol. 60, no. 6, Juin 1990, WEINHEIM DE pages 452 - 463; V. PILZ: 'Sichere Lagerung von Stoffen in der chemischen Industrie' * page 459, chapitre 3.3.2 - page 460, chapitre 4 ; figures 5-7 * -----	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F17C B65D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 MARS 1992	Examinateur SIEM T. D.
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 (P0402)