



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
11.03.2015 Bulletin 2015/11

(51) Int Cl.:
C06B 47/14 (2006.01) C06B 21/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14191011.7**

(22) Date de dépôt: **09.01.2014**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **16.01.2013 FR 1350379**

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
14703120.7 / 2 828 226

(71) Demandeur: **Nitrates&Innovation**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Jauffret, Gilles**
84800 Lagnes (FR)
• **Eaton, James C.**
Tibshelf, Derbyshire DE55 5QP (GB)

(74) Mandataire: **Domange, Maxime**
Cabinet Beau de Lomenie
232 Avenue du Prado
13008 Marseille (FR)

Remarques:

Cette demande a été déposée le 30-10-2014 comme demande divisionnaire de la demande mentionnée sous le code INID 62.

(54) **Installation modulaire de fabrication d'un précurseur d'émulsion explosive**

(57) La présente invention concerne une installation modulaire (1) permettant la mise en oeuvre d'un procédé de fabrication d'un précurseur d'émulsion explosive comportant au moins un premier conteneur (100) dédié à la préparation d'une phase aqueuse comprenant une première cuve de dissolution (110), comportant une première cuve parallélépipédique (110) avec au moins 5 parois disposées parallèlement et appliquées contre respectivement au moins 5 parois dudit premier conteneur, les-

dits premiers moyens de chauffage de ladite première cuve (110) comprenant un premier échangeur thermique tubulaire (120), ledit premier échangeur thermique tubulaire étant constitué d'un réseau de conduites de transfert de fluide caloporteur disposées longitudinalement et transversalement, en continu, à différents niveaux en hauteur, aptes à chauffer le liquide contenu dans ladite première cuve parallélépipédique.

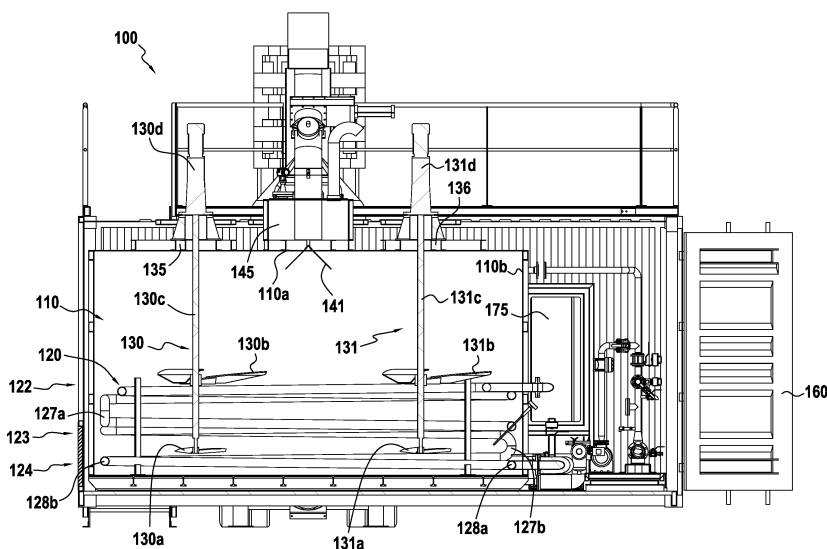


FIG.2A

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] La présente invention concerne une installation et un procédé de préparation d'un précurseur d'émulsion explosive constitués d'une émulsion inverse (d'eau dans l'huile) sur site.

[0002] Afin de limiter les risques liés au transport, les précurseurs d'explosifs sont fabriqués sur site par émulsion d'une phase aqueuse concentrée, notamment sur-saturée en nitrates constituant un comburant dans une phase huileuse contenant un agent tensioactif et constituant un mélange de combustibles.

[0003] La phase aqueuse est préparée typiquement par dissolution de nitrates d'ammonium, et/ou de sodium et/ou de calcium dans de l'eau dans laquelle on ajoute des additifs favorisant la gazéification et des additifs permettant d'ajuster le pH de la phase aqueuse. En raison de la grande concentration de nitrates (en proportion pondérale d'environ 80-82% pour 18-20% d'eau) et afin de faciliter leur dissolution, l'eau est chauffée à une température d'au moins 65° C (degrés Celsius).

[0004] La phase huileuse se compose d'un mélange de différents corps gras végétaux ou minéraux et d'agents tensioactifs. Plus particulièrement, la phase huileuse obtenue par mélange d'huiles minérales neuves ou de récupération telle que des huiles paraffiniques et de fioul, de préférence dans une proportion pondérale de 50/50 à 80/20 avec une quantité d'agent tensioactif dans une proportion de 10 à 30% du total de la phase huileuse

[0005] Pour favoriser le mélange et réduire l'écart de température entre la phase aqueuse et la phase huileuse avant leur mélange dans l'émulsion, la phase huileuse est chauffée à environ 40 - 90° C, de préférence 50-70°C.

[0006] Pour le mélange et l'obtention de l'émulsion, on prépare un prémix de viscosité faible dans une cuve contenant des moyens d'agitation. De par sa faible viscosité, ce prémix a une stabilité insuffisante et une consistance impropre à son usage ultérieur pour la préparation de l'explosif. C'est pourquoi on augmente la viscosité du prémix à l'aide d'un dispositif de cisaillement pour obtenir une émulsion de viscosité plus élevée.

[0007] En raison de la spécificité de l'émulsion constituant le précurseur d'explosif, celui-ci est fabriqué avantageusement sur site dans une installation modulaire transportable et montable sur site dans des conteneurs. Afin de faciliter le transport, les éléments permettant la mise en oeuvre du procédé de fabrication du précurseur sont transportés dans des conteneurs. L'agencement de ces éléments au sein des conteneurs est fait de telle sorte qu'il nécessite le moins d'opérations possibles relatives au montage de l'installation.

[0008] Plus particulièrement, la présente invention concerne une installation modulaire permettant la mise en oeuvre d'un procédé de fabrication d'un précurseur d'émulsion explosive constitué d'une émulsion inverse

d'eau dans l'huile comportant :

a) une étape de préparation d'une phase aqueuse par dissolution de nitrates dans de l'eau et chauffage,

b) une étape de préparation d'une phase huileuse par mélange de composants comprenant au moins un corps gras végétal et/ou minéral et un agent tensioactif et chauffage, et

c) une étape de préparation de ladite émulsion par mélange de ladite phase aqueuse dans ladite phase huileuse. Ladite émulsion sera ultérieurement rendue explosive par ajouts et mélange de réactifs chimiques tel qu'une solution de nitrite de sodium et/ou des agents sensibilisants solides tels que des microsphères de verre dans des unités de fabrication sur site juste avant utilisation comme explosif destiné à être introduit dans les trous de mine.

[0009] On connaît dans US 4 526 633 et GB 2 126 910, des petites installations mobiles notamment sous forme d'un camion prenant une plateforme supportant des cuves notamment de stockage de phase aqueuse et respectivement de phase huileuse ainsi que des moyens de fabrication d'un explosif *in situ* par mélange desdites phase aqueuse et phase huileuse et autres composants. Ces petites installations présentent une capacité de production réduite d'une part, et d'autre part sont relativement dangereuses du fait du transport de comburant (phase aqueuse) et combustible (phase huileuse) à proximité l'un de l'autre sans séparation physique sécurisée des cuves. En outre, il est nécessaire d'isoler thermiquement la cuve contenant ladite phase aqueuse pour éviter notamment la cristallisation de ladite phase aqueuse. Enfin, dans ces procédés, on n'isole pas spécifiquement un précurseur d'explosif contenant uniquement le mélange des phases aqueuse et huileuse sans agent sensibilisant. Il en résulte un procédé et un dispositif relativement complexe et coûteux à mettre en oeuvre.

[0010] On connaît de l'art antérieur une installation modulaire composée essentiellement de deux grands conteneurs d'environ 12,2 m (40 pieds) juxtaposés et communiquant sur l'une de leurs faces longitudinales. L'un des conteneurs comprend des cuves de dissolution pour la préparation de la phase aqueuse ainsi qu'une chaudière séparée par une cloison. L'autre conteneur comprend les cuves de préparation de la phase huileuse et de l'émulsion inverse ainsi qu'une installation électrique séparée. Ainsi, les trois étapes de préparation de l'émulsion se trouvent dans un conteneur commun. Le fait que les trois étapes de préparation de l'émulsion se trouvent dans un même conteneur présente des risques pour la sécurité du site et/ou des opérateurs en cas d'incident et/ou d'avarie.

[0011] De plus, le transport de conteneurs d'une telle grande taille n'est pas aisé. Or, il est souhaitable de pou-

voir transporter les conteneurs déjà installés car si l'installation est assemblée sur site, elle nécessite le déplacement de personnel qualifié, ce qui engendre des coûts supplémentaires, notamment si l'on souhaite ajouter des éléments optionnels par la suite.

[0012] On entend ici par « conteneur » (encore dénommés « container ») des caissons en tôle d'acier utilisés pour le transport de marchandises selon des caractéristiques normalisées, et notamment selon les normes ISO 668 et ISO 1496.

Objet et résumé de l'invention

[0013] La présente invention vise notamment à résoudre les inconvénients de l'art antérieur précités.

[0014] Plus particulièrement, le but de la présente invention est de fournir une installation modulaire améliorée, qui permet d'optimiser les conditions de :

- encombrement et d'emprise au sol de l'installation sur son lieu final d'implantation en vue d'un rendement de production maximal, et
- transport de l'installation, et
- sécurité à la fois du transport et de l'exploitation par le personnel chargé de l'exploitation de l'installation, y compris optimisation des conditions de circulation et de travail du personnel dans l'installation.

[0015] Plus particulièrement encore, l'installation doit être :

- facilement transportable sans contrainte particulière, et
- facilement assemblable sur site sans nécessiter un trop grand nombre d'heures de travail et de compétences spécifiques, et
- totalement autonome en énergie et autres ressources de matières premières nécessaires et/ou facilement raccordable à des facilités sur le lieu d'exploitation, et
- capable de produire au moins 25 tonnes/jour d'émulsion, soit environ 6000 tonnes/an, et
- évolutive avec possibilité d'ajout de fonctionnalités dans le temps.
- démontable pour être transporté à nouveau et installé sur un autre site, et ce éventuellement à plusieurs reprises.

[0016] Plus précisément, l'invention fournit une installation modulaire comportant au moins un premier conteneur tel que défini dans les revendications.

[0017] Plus particulièrement, l'installation comporte les conteneurs suivants agencés comme suit :

- 5 - un premier conteneur dédié à la préparation de la phase aqueuse, ledit premier conteneur comprenant une première cuve de dissolution pourvue de premiers moyens de chauffage et de premiers moyens d'agitation de la phase aqueuse contenus dans la première cuve, et ledit premier conteneur contenant des premiers moyens de circulation par pompage d'au moins ladite phase aqueuse et l'eau d'alimentation de ladite première cuve depuis une première cuve externe, et
- 10 - un deuxième conteneur contenant une deuxième cuve contenant des deuxième moyens de chauffage et deuxième moyens d'agitation dédiés à la préparation de la phase huileuse, et un troisième conteneur contenant une dite troisième cuve contenant des troisième moyens d'agitation dédiés à la préparation de l'émulsion, et
- 15 - au moins l'un desdits deuxième et/ou troisième conteneurs contenant des deuxième moyens de circulation par pompage de ladite phase huileuse depuis la deuxième cuve vers la troisième cuve et circulation des composants de la phase huileuse depuis des cuves de stockage externes desdits composants vers ladite deuxième cuve, et des troisième moyens de circulation par pompage d'évacuation de ladite émulsion depuis ladite troisième cuve vers une cuve de stockage de l'émulsion, et
- 20 - au moins un quatrième et/ou cinquième conteneur comportant des moyens de fourniture de fluide caloporteur permettant d'alimenter en fluide caloporteur lesdits moyens de chauffage et des moyens de fourniture d'énergie électrique permettant d'alimenter en électricité au moins lesdits moyens de circulation de fluide par pompage et lesdits moyens d'agitation, de préférence un quatrième conteneur contenant des moyens de fourniture de fluide caloporteur et un cinquième conteneur contenant des moyens de fourniture d'énergie électrique ,
- 25 - lesdits premier, deuxième et/ou troisième conteneurs étant juxtaposés au moins sur une partie d'une de leurs parois latérales, de façon à ce qu'au moins une partie d'une paroi latérale dudit premier conteneur est juxtaposée à au moins une partie d'une paroi latérale dudit troisième conteneur, et au moins une partie d'une paroi latérale du deuxième conteneur est juxtaposée à au moins une partie d'une autre paroi latérale du troisième conteneur, de sorte que ledit troisième conteneur est intercalé entre ledit premier conteneur et ledit deuxième conteneur, et
- 30 - lesdits premier, deuxième et/ou troisième conte-
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

neurs comprenant, au niveau de leur parois, des ouvertures par lesquelles passent et/ou sont connectées des conduites de transfert de fluide entre lesdits conteneurs et/ou des câbles électriques,

- lesdites ouvertures étant obturables, notamment pouvant être obturées lors du transport des conteneurs.

[0018] On comprend qu'ainsi lesdits premiers conteneurs et deuxième conteneurs ne sont pas juxtaposés l'un à l'autre et sont donc séparés physiquement par le troisième conteneur, ce qui permet de séparer physiquement le comburant (phase aqueuse) et le combustible (phase huileuse) et d'éviter tout mélange accidentel inapproprié et dangereux.

[0019] Du fait que le premier conteneur est exclusivement et entièrement dédié à la préparation de ladite phase aqueuse, il est possible de mettre en oeuvre un premier conteneur de petite taille, notamment un conteneur de taille standard d'environ 6,1 m de longueur (20 pieds). De même, du fait que l'on met en oeuvre une pluralité de conteneurs juxtaposés, dédiés chacun à un nombre limité d'étapes et/ou de matériel, au total, l'installation remplit plus facilement les buts de l'invention que les installations de la technique antérieure.

[0020] D'autre part, le fait que les principaux conteneurs de préparation de phase aqueuse/préparation de phase huileuse et mélange de l'émulsion sont juxtaposés sur au moins une de leurs parois latérales, permet d'optimiser l'encombrement et emprise au sol d'une part, et surtout facilite d'exploitation de l'installation et minimise les risques d'exploitation pour le personnel d'exploitation.

[0021] Enfin, du fait que les conteneurs sont pourvus d'ouvertures équipées d'éléments de connexion/déconnexion rapide des conduites de transfert de fluide, comprenant le fluide de matière première de phase aqueuse ou phase huileuse ou émulsion, mais aussi le fluide calorifique éventuel pour les moyens de chauffage, et des câbles électriques, le montage/démontage de l'installation ainsi que son transport sont facilités.

[0022] L'installation modulaire selon l'invention présente l'avantage d'être ainsi facilement transportable puisque l'installation, lorsqu'elle a été démontée, se présente sous la forme de conteneurs standards de relativement plus petite taille.

[0023] En outre, l'installation est ainsi plus facilement démontable et remontable par un opérateur qualifié. L'installation ayant été préalablement montée et testée sur le lieu de fabrication de l'installation, l'opérateur ne doit rétablir, lors du montage de l'installation sur site, que les connections entre les différents conteneurs.

[0024] Au surplus, la modularité de l'installation se trouve renforcée puisqu'il est possible d'ajouter facilement un conteneur contenant un équipement optionnel, comme une tour de refroidissement et un échangeur à plaques ; l'équipement optionnel pouvant être raccordé

à l'installation sur site par le biais des ouvertures pratiquées préalablement dans les différents conteneurs.

[0025] Enfin et surtout, l'installation permet de limiter les risques pour la sécurité du personnel en cas d'incendie ou d'avarie par une séparation physique de la phase aqueuse (constituant le comburant) et de la phase huileuse (constituant le combustible) mais aussi une séparation du mélange comburant/combustible et de la chaudière.

[0026] Plus particulièrement, lesdites conduites de transfert de fluide sont :

- une conduite de transfert de ladite phase aqueuse entre la première cuve et la troisième cuve,
- une conduite de transfert de fluide caloporteur entre lesdits moyens de fourniture de fluide caloporteur et lesdits moyens de chauffage de ladite première cuve, et
- une conduite de transfert de phase huileuse entre ladite deuxième cuve et ladite troisième cuve,
- une conduite de transfert de fluide caloporteur entre lesdits moyens de fourniture de fluide caloporteur et lesdits moyens de chauffage de ladite deuxième cuve, et
- une conduite d'évacuation de ladite émulsion entre ladite troisième cuve et une cuve de stockage de l'émulsion, et
- des conduites d'alimentation de ladite deuxième cuve en huile et agents tensioactifs depuis des cuves de stockage externes.

[0027] De même, lesdits groupes de pompes comprennent plus particulièrement :

- une pompe d'alimentation en eau de ladite première cuve depuis une dite citerne externe,
- une pompe de circulation de la phase aqueuse depuis ladite première cuve vers ladite troisième cuve,
- des pompes d'alimentation en huile et tensioactif depuis des cuves de stockage externes vers ladite deuxième cuve, et
- une pompe de circulation de ladite phase huileuse depuis ladite deuxième cuve vers ladite troisième cuve, et
- une pompe d'évacuation de ladite émulsion depuis ladite troisième cuve vers une cuve de stockage de l'émulsion à l'intérieur et/ou à l'extérieur du troisième conteneur.

[0028] Plus particulièrement encore, lesdites conduites de transfert de fluide sont de préférence constituées de portions de conduites équipées d'éléments de connexion connectables et dé-connectables au niveau desdites ouvertures.

[0029] Plus particulièrement encore, lesdits câbles électriques sont constitués de portions de câbles équipées d'éléments de connexion connectables et dé-connectables à des prises complémentaires au niveau desdites parois de conteneurs et/ou au niveau de dites ouvertures.

[0030] Plus particulièrement, ledit quatrième conteneur contient des moyens de fourniture du fluide chaud comprenant une chaudière de production de vapeur d'eau, lesdits moyens de chauffage étant des échangeurs thermiques dans lesquels circule ladite vapeur d'eau.

[0031] De façon avantageuse, lesdites ouvertures au niveau des parois des conteneurs juxtaposés comportent en outre des moyens de liaison entre les conteneurs.

[0032] Dans un mode particulier de réalisation, l'installation comprend desdits premier, deuxième et troisième conteneurs parallélépipédiques de tailles standards, notamment selon les normes ISO 668 et ISO 1496, de préférence plus petits que le quatrième conteneur, de préférence d'environ 6,1 m (20 pieds) de longueur, juxtaposés comme suit :

- au moins une partie avant d'une paroi latérale longitudinale du premier conteneur à proximité d'une paroi latérale transversale avant équipée de porte(s) du premier conteneur est juxtaposée avec une partie au moins d'une paroi latérale, de préférence une paroi latérale transversale avant, dudit troisième conteneur, ladite partie avant de la paroi latérale longitudinale du premier conteneur étant pourvue d'une première petite ouverture débouchant sur la partie du premier conteneur comprenant des premiers moyens de circulation par pompage, ladite première petite ouverture étant juxtaposée en vis-à-vis d'une deuxième petite ouverture dans ladite paroi latérale du troisième conteneur, lesdites première et deuxième petites ouvertures permettant le passage et/ou la connexion de conduites de transfert de la phase aqueuses depuis ladite première cuve vers ladite troisième cuve, et
- une première paroi latérale longitudinale du deuxième conteneur pourvue d'une première grande ouverture étant juxtaposée à une première paroi latérale longitudinale du troisième conteneur pourvue d'une deuxième grande ouverture en vis-à-vis de ladite première grande ouverture, lesdites première et deuxième grandes ouvertures permettant le passage du personnel et le passage de dites conduites de transfert de fluide entre lesdits deuxième et troisième conteneurs, une paroi latérale transversale avant du deuxième conteneur comprenant d'une porte en ali-

gnement avec ladite paroi transversale avant du troisième conteneur, et

- une deuxième paroi latérale longitudinale du deuxième conteneur comprenant d'au moins une troisième petite ouverture permettant le passage et/ou la connexion de conduites de transfert des composant de la phase huileuse depuis des cuves externes de stockage des composant de la phase huileuse vers ladite deuxième cuve et passage et/ou connexion de la conduite de transfert de fluide caloporteur depuis lesdits moyens de fourniture de fluide caloporteur vers lesdits deuxième moyens de chauffage de ladite deuxième cuve, et
- une deuxième paroi latérale longitudinale du troisième conteneur étant pourvue d'au moins une ouverture permettant le passage et/ou la connexion de conduites d'évacuation de ladite émulsion depuis ladite troisième cuve vers une cuve de stockage de l'émulsion.

[0033] Cette juxtaposition des conteneurs et le passage d'un opérateur étant rendu possible par la présence d'une grande ouverture permet une meilleure gestion de l'espace dans les conteneurs et une amélioration de l'ergonomie, et la longueur des conduites hydrauliques acheminant les phases aqueuse et huileuse vers la cuve de préparation de l'émulsion est optimisée.

[0034] Plus particulièrement, ladite installation comprend :

- ledit premier conteneur comprend une portion de conduite de transfert de fluide depuis ladite première cuve vers ladite troisième cuve, ainsi que une portion de conduite de transfert de fluide caloporteur entre lesdits moyens de fournitures de fluide caloporteur et lesdits premiers moyens de chauffage à l'intérieur de ladite première cuve, et une portion de conduite d'alimentation en eau de ladite première cuve, et
- ledit deuxième conteneur contient une portion de conduite de transfert de phase huileuse entre ladite deuxième cuve et ladite troisième cuve, ainsi que une portion de conduite de transfert de fluide caloporteur entre lesdits moyens de fournitures de fluide caloporteur et lesdits deuxième moyens de chauffage à l'intérieur de ladite deuxième cuve, et des portions de conduites d'alimentation en huile et respectivement en agents tensioactifs dans de ladite deuxième cuve, et
- ledit troisième conteneur contient une portion de conduite de transfert de phase aqueuse depuis ladite première cuve vers ladite troisième cuve et une portion de conduite de transfert de phase huileuse depuis ladite deuxième cuve vers ladite troisième cuve, et une portion de conduite d'évacuation de ladite

émulsion depuis ladite troisième cuve vers une cuve extérieure de stockage et/ou une cuve tampon de stockage de ladite émulsion.

[0035] Selon la présente invention, le premier conteneur comporte une première cuve parallélépipédique avec au moins 5 parois disposées parallèlement à et contre respectivement au moins 5 parois dudit premier conteneur, de préférence lesdits premiers moyens de chauffage de ladite première cuve comprenant un premier échangeur thermique tubulaire, ledit premier échangeur thermique tubulaire étant constitué d'un réseau de conduites de transfert de fluide caloporteur disposées longitudinalement et transversalement, en continu, à différents niveaux en hauteur, aptes à chauffer le liquide contenu dans ladite première cuve parallélépipédique en distribuant la chaleur du fluide caloporteur circulant dans ledit réseau de conduites dans tout le volume de ladite première cuve avec, de préférence, un plus grand nombre de conduites dans la partie inférieure de la première cuve, et de préférence encore ledit premier conteneur contenant en outre desdits premiers moyens de circulation par pompage de fluide situés entre une sixième paroi latérale transversale de ladite première cuve et une paroi latérale transversale avant dudit premier conteneur.

[0036] Cette caractéristique permet de répartir de façon appropriée la chaleur.

[0037] L'utilisation d'une cuve parallélépipédique permet une optimisation du volume du premier conteneur au regard de la quantité de phase aqueuse pouvant être produite dans le premier conteneur. Les proportions massiques utilisées pour la préparation de l'émulsion inverse étant d'environ 90% de phase aqueuse pour environ 10% de phase huileuse, la capacité de production de l'installation modulaire dépend directement de la quantité de phase aqueuse produite. L'utilisation d'une cuve parallélépipédique permet donc une optimisation de l'utilisation de l'espace du premier conteneur.

[0038] Le fait que le premier conteneur comporte également des moyens de pompage supportés par un châssis fixe à l'intérieur dudit conteneur et situés entre la première cuve de préparation de la phase aqueuse et l'une des parois du conteneur, présente l'avantage de faciliter l'accès de l'opérateur aux moyens de pompage tout en lui limitant l'accès aux dangers représentés par la nature des opérations réalisées dans cuve de préparation de la phase aqueuse.

[0039] Selon l'invention, ledit premier échangeur thermique de la première cuve parallélépipédique comporte un réseau de conduites longitudinales cylindriques disposées en continu à différents niveaux en hauteur, des conduites longitudinales disposées sensiblement à un même niveau en hauteur étant reliées entre elles à leurs extrémités d'un même côté par des éléments de conduite formant des connecteurs horizontaux transversaux, et une extrémité d'au moins une conduite longitudinale disposée à un niveau donné étant reliée à l'extrémité d'une conduite longitudinale disposée au niveau du dessous

ou du dessus par au moins un élément de conduite coudé vertical, les conduites des niveaux supérieurs étant disposées en pentes légèrement inclinées descendantes de préférence d'un angle inférieur à 10° par rapport à l'horizontal dans le sens de circulation du fluide caloporteur depuis un orifice d'alimentation supérieur au niveau d'un connecteur transversal supérieur vers un orifice d'évacuation inférieure au niveau d'un premier connecteur transversal inférieur.

[0040] Cette structure particulière de l'échangeur thermique tubulaire est adaptée à la forme parallélépipédique de la cuve de dissolution des nitrates et permet une optimisation de la distribution de chaleur dans la cuve.

[0041] Plus particulièrement, le premier échangeur thermique au sein de la première cuve comporte :

- un étage inférieur de dites conduites longitudinales couvrant le plancher de ladite première cuve parallélépipédique, lesdites conduites de l'étage inférieur étant régulièrement espacées dans la direction transversale de la première cuve et s'étendant dans la direction longitudinale sensiblement horizontalement depuis au moins un deuxième connecteur transversal inférieur vers ledit premier connecteur transversal inférieur, et
- au moins un étage supérieur de dites conduites longitudinales en plus petit nombre que les conduites de l'étage inférieur, les conduites dudit étage supérieur étant regroupées de part et d'autre d'un espace central de dimension dans la direction transversale de la cuve plus grande que l'espace entre deux dites conduites adjacentes positionnées d'un même côté dudit espace central, ledit espace central contenant une partie desdits premiers moyens d'agitation de la phase aqueuse de préférence positionnés en partie à une hauteur entre ledit étage supérieur et dit étage inférieur, de préférence encore une autre partie desdits premiers moyens d'agitation étant positionnés au-dessus dudit étage supérieur.

[0042] Le plus grand nombre de conduites à l'étage inférieur de l'échangeur est destiné à chauffer l'eau initialement introduite dans la cuve de façon optimale à une température initiale supérieure à 65-70 degrés Celsius, car c'est à ce stade, que le maximum de calories est requis. L'étage supérieur permet de chauffer le reste de la première cuve lorsque le volume de phase aqueuse (18-20%) contenue dans la première cuve notamment environ 4 T augmente lors de la dissolution des granulés de nitrate (80-82%), notamment environ 20 T pour former environ 24 T de phase aqueuse. La présence d'agitateurs entre ces deux éléments de chauffage permet de mieux répartir la chaleur au sein de la première cuve et de favoriser la dissolution homogène des granulés de nitrate dans la cuve.

[0043] De façon avantageuse, les conduites parallèles appartenant substantiellement à un même étage de

l'échangeur sont inclinées vers le bas de la cuve afin de favoriser l'écoulement de vapeur. Le réseau de conduites cylindriques en continu dont certaines sont orientées vers le bas de la cuve parallélépipédique permet une meilleure circulation de la vapeur et le recueillement des condensats à la sortie de la cuve.

[0044] De façon avantageuse, le toit du premier conteneur et le plafond de ladite première cuve sont pourvues de premières ouvertures en vis-à-vis l'une de l'autre entourées de premières parois verticales de rehausses de préférence amovibles s'étendant depuis le plafond de la première cuve jusqu'au-dessus du toit du premier conteneur et lesdites premières parois de rehausse supportant ou étant aptes à supporter des éléments permettant l'acheminement du nitrate dans la première cuve à travers lesdites premières ouvertures, le nitrate étant de préférence acheminé dans la première cuve à l'aide d'une vis de décharge, le nitrate étant réparti à l'intérieur de la première cuve en direction des premiers moyens d'agitation à l'aide d'au moins un déflecteur disposé dessous la première ouverture du plafond de la première cuve, lesdites premières ouvertures du plafond de la première cuve et du toit du premier conteneur étant de préférence obturables, pouvant être obturées lors du transport desdits premier conteneur et dite première cuve.

[0045] Ainsi, l'espace utilisé par la première cuve parallélépipédique dans le premier conteneur est maximisé, les éléments en interaction avec la première cuve ne sont pas enfermés dans le premier conteneur et peuvent en dépasser. Ils sont de plus facilement démontables.

[0046] Le démontage des moyens d'acheminement de nitrates lors du transport est facilité par la présence d'une rehausse démontable en regard d'une ouverture se trouvant sur le toit du conteneur.

[0047] Avantageusement, le toit du premier conteneur et le plafond de la première cuve comportent des deuxièmes ouvertures en vis-à-vis l'une de l'autre, entourées de deuxièmes parois verticales de rehausse de préférence amovibles, lesdites deuxièmes parois de rehausse s'étendant depuis le plafond de la première cuve jusqu'au-dessus du toit du premier conteneur, lesdites deuxièmes parois de rehausse supportant des premiers moyens d'agitation comprenant au moins une tige verticale s'étendant à l'intérieur de la première cuve sur laquelle sont montées des pâles rotatives d'agitation aptes à être actionnées en rotation au tour d'un axe vertical à l'aide d'un moteur, ledit moteur étant de préférence fixé de façon non permanente sur le toit du premier conteneur, lesdites deuxièmes ouvertures étant de préférence obturables, pouvant ainsi être obturées lors du transport.

[0048] Le démontage du moteur de l'agitateur lors du transport est facilité par la présence d'une rehausse démontable en regard d'une ouverture se trouvant sur le toit du conteneur.

[0049] Dans un mode particulier de réalisation, le deuxième conteneur dédié à la préparation de la phase huileuse comporte une seule deuxième cuve supportée par des pesons comprenant à l'intérieur de la deuxième

cuve des deuxièmes moyens de chauffage comprenant un deuxième échangeur thermique de forme hélicoïdale.

[0050] L'utilisation d'une cuve à pesons permet, de façon avantageuse, de connaître précisément la quantité de phase huileuse restante dans la deuxième cuve après préparation de l'émulsion afin de calculer la quantité de phase huileuse à produire pour le prochain cycle de production. La deuxième cuve à pesons permet également de contrôler la quantité de phase huileuse produite lors de chaque nouveau cycle de production. Cette solution est particulièrement originale et avantageuse par rapport à l'art antérieur dans lequel on utilise deux cuves communiquant entre elles et équipées de niveaux en haut d'une première cuve, une deuxième cuve contenant le reliquat, l'utilisation de niveaux étant moins précise comme explicité ci-après.

[0051] En outre, l'utilisation d'une deuxième cuve unique présente des avantages en termes de réduction des coûts par rapport à l'utilisation de deux cuves cylindriques classiques.

[0052] Dans un mode particulier de réalisation, le troisième conteneur dédié à la préparation de l'émulsion comporte une dite troisième cuve de mélange, un dispositif de cisaillement pour stabiliser l'émulsion et augmenter de façon contrôlée la viscosité de l'émulsion évacuée de ladite troisième cuve en direction d'une quatrième cuve tampon destinée à recueillir de façon temporaire l'émulsion préparée dans ladite troisième cuve pour analyse et/ou faciliter l'échantillonnage avant évacuation de préférence vers une cuve externe de stockage de l'émulsion à l'extérieur du troisième conteneur, et le deuxième conteneur et/ou le troisième conteneur comportent du mobilier et matériel de laboratoire d'analyse, un pupitre de commande des différents dits moyens de circulation par pompage, moyens d'agitation et moyens de chauffage.

[0053] La phase huileuse étant préalablement chauffée à 50-60° C avant d'être introduite dans la cuve de préparation de l'émulsion, un chauffage de la troisième cuve n'est pas nécessaire lors de la préparation de l'émulsion. L'émulsion obtenue présente à la température de production une viscosité faible de 6000-8000 cps. La viscosité de l'émulsion obtenue est augmentée de façon contrôlée par le passage de l'émulsion à travers un dispositif de cisaillement. Ainsi, l'émulsion retrouve une stabilité suffisante et une consistance convenant à la préparation ultérieure de l'explosif.

[0054] La cuve tampon est destinée à recueillir de façon temporaire l'émulsion avant son stockage ultérieur dans un silo ou une citerne de stockage. La cuve tampon permet de prélever de l'émulsion pour effectuer un contrôle qualité sans devoir arrêter la production de l'émulsion en continu.

[0055] Le laboratoire et un pupitre de commande et une armoire électrique permettent que l'opérateur dispose de tous les éléments nécessaires au contrôle de la préparation de l'émulsion au sein des deuxième et troisième conteneurs.

[0056] La présente invention fournit également un procédé de préparation d'un précurseur d'explosif constitué d'une dite émulsion par mis en oeuvre d'une installation modulaire selon l'une des revendications précédentes comportant :

- a)- une étape de préparation d'une dite phase aqueuse par dissolution de nitrates dans de l'eau et chauffage au sein de ladite première cuve,
- b)- une étape de préparation d'une dite phase huileuse et chauffage au sein de ladite deuxième cuve, et
- c)- une étape de préparation de l'émulsion par mélange de la phase aqueuse dans la phase huileuse au sein de ladite troisième cuve, sans chauffage.

[0057] Plus particulièrement, on réalise :

- une étape de remplissage en continu de la troisième cuve avec lesdites phases aqueuse et huileuse, et
- une étape de stabilisation de l'émulsion et augmentation contrôlée de la viscosité de l'émulsion évacuée de ladite troisième cuve, à l'aide d'un dispositif de cisaillement.

[0058] Le procédé selon l'invention permet de produire l'émulsion en continu et d'augmenter le rendement de production de l'émulsion. Cependant, l'émulsion obtenue étant de viscosité faible, l'émulsion a une stabilité insuffisante et une consistance impropre à son usage ultérieur pour la préparation de l'explosif. Par conséquent, la viscosité de l'émulsion obtenue est augmentée de façon contrôlée via un organe de cisaillement jusqu'à une valeur de consigne de viscosité de 10 000 à 35 000 cps (centipoise).

[0059] De plus, la quantité d'émulsion présente dans la cuve de préparation de l'émulsion étant minimale, la sécurité de l'installation est améliorée.

[0060] De façon avantageuse, l'étape de mélange de la phase aqueuse dans la phase huileuse comporte deux sous-étapes :

- une première sous-étape dans laquelle on prépare une quantité initiale d'émulsion par le mélange des phases aqueuse et huileuse initialement introduites de façon consécutive dans la troisième cuve de préparation de l'émulsion, et
- une deuxième sous-étape dans laquelle on prépare de l'émulsion par mélange des phases aqueuse et huileuse introduites de façon continue dans ladite troisième cuve et dont le rapport entre les débits de pompage desdites phases aqueuse et huileuse contrôlées par des débitmètres correspond à des proportions voulues des phase aqueuse et phase hui-

leuse, de préférence des proportions massiques de 85-95% de phase aqueuse pour 5-15% de phase huileuse,

- 5 - les deux dites sous-étapes se succédant de façon à ce que ladite troisième cuve ne soit jamais vide, le débit d'évacuation par sous-tirage de l'émulsion provenant de ladite troisième cuve étant constant.
- 10 **[0061]** Plus particulièrement, selon une autre caractéristique du procédé selon l'invention :
- à l'étape c) on alimente ladite troisième cuve en continu en phase aqueuse à partir de la première cuve et en phase huileuse à partir de la deuxième cuve jusqu'à épuisement de la première cuve, et
- 15 - à l'étape b) on réalise la préparation de ladite phase huileuse dans une unique deuxième cuve équipée de pesons, la phase huileuse étant maintenue en excédent dans la deuxième cuve, et on pèse à l'aide desdits pesons le reliquat de phase huileuse à l'intérieur de la deuxième cuve à épuisement de la première cuve d'une part, et d'autre part, le volume final de la deuxième cuve après remplissage de la deuxième cuve.
- 20
- 25

Breve description des dessins

30 **[0062]** Des caractéristiques et avantages particuliers de la présente invention ressortiront de la description détaillée faite en référence aux figures dans lesquelles :

- 35 - les figures 1A et 1B représentent en vue de dessus et en coupe horizontale dessous le plafond des conteneurs, une installation modulaire selon l'invention.
- la figure 2A représente une vue de face en coupe longitudinale du premier conteneur 100 au niveau de la cuve 10 de préparation de la phase aqueuse (de la première cuve).
- la figure 2B représente une vue en coupe transversale du premier conteneur 100 au niveau des parois de rehausse 145 de la première cuve 110.
- 45 - la figure 2C est une vue du premier conteneur 100 avec un chariot élévateur 40 au niveau d'une cuve de stockage de nitrate 10, le premier conteneur 100 étant disposé à proximité d'une citerne d'eau 30.
- 50 - La figure 2D est une vue de ladite première cuve équipée desdites parois de rehausse 135, 136 et 145.
- 55 - la figure 3 représente un échangeur thermique 120 de la cuve de préparation de la phase aqueuse (dite première cuve 110).

- la figure 4A est une vue du deuxième conteneur 200 au niveau de sa première paroi longitudinale 200b montrant à travers la grande ouverture 275 ouverte un deuxième échangeur thermique tubulaire hélicoïdale à l'intérieur de la deuxième cuve 210 de préparation de la phase huileuse.
- la figure 4B est une vue de la deuxième paroi longitudinale 200c du deuxième conteneur 200 montrant des cuves de stockage externe 20 de composants utiles pour la préparation de la phase huileuse à l'extérieur du deuxième conteneur.
- la figure 5A est une vue en coupe longitudinale du troisième conteneur 300.
- la figure 5B est une vue du deuxième conteneur montrant sa première paroi longitudinale 300b avec sa grande ouverture 375 ouverte montrant l'intérieur du troisième conteneur avec ladite troisième cuve 310.
- la figure 5C est une vue en perspective du troisième conteneur 300.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention :

[0063] L'installation modulaire 1 comporte un premier conteneur 100 dédié à la préparation de la phase aqueuse, un deuxième conteneur 200 dédié à la préparation de la phase huileuse et un troisième conteneur 300 dédié à la préparation de l'émulsion inverse par mélange des phases aqueuse et huileuse. Chacun des premier, deuxième et troisième conteneurs 100, 200 et 300 est équipé de première, deuxième et troisième cuves 110, 210, 310 dédiées à la préparation de la phase aqueuse pour la première cuve 110, la préparation de la phase huileuse pour la deuxième cuve 210 et la préparation de l'émulsion par mélange de phase aqueuse et phase huileuse incorporant un tensioactif pour la troisième cuve 310. Ces trois conteneurs contiennent également des moyens de pompage 190a, 190b, 280, 290, 305 et 336 permettant l'acheminement des fluides concernés via des conduites de transferts de fluides dans ou vers les différentes cuves tel que décrit ci-après.

[0064] Sur la figure 1, on a également représenté un quatrième conteneur 400 renfermant les moyens de fourniture de fluide caloporteur plus particulièrement une chaudière 410 produisant de la vapeur ainsi qu'un cinquième conteneur 500 renfermant des moyens de production d'électricité à savoir un groupe électrogène 510 ainsi qu'optionnellement un sixième conteneur 600 renfermant des moyens de refroidissement de l'émulsion produite à l'aide d'une tour réfrigérante 610 décrite ci-après.

[0065] Dans la présente description, on entend par « direction transversale » une direction horizontale perpendiculaire à la direction longitudinale horizontale du

conteneur concerné ou de la première cuve. D'autre part, on entend par « paroi avant » ou « partie avant » une paroi ou une partie la plus proche de la cours d'accès rectangulaire 1a décrite ci-après.

[0066] Les différents conteneurs de l'installation 1 sont disposés comme suit autour d'une aire d'accès rectangulaire la :

- Le premier conteneur 100 présente sa partie avant équipée de porte 160 donnant sur la figure 1A. Une partie avant de la paroi longitudinale 100a du premier conteneur 100 comprenant une ouverture 170, chevauche une partie de la paroi transversale avant 300a du troisième conteneur 300 de sorte qu'une ouverture 370a au niveau de la paroi transversale avant 300a du troisième conteneur 300 soit disposée en vis-à-vis de l'ouverture 170 du premier conteneur 100.
- Le deuxième conteneur 200 est disposé parallèlement au troisième conteneur 300 avec une première paroi longitudinale 200b comprenant une grande ouverture obturable 275 juxtaposé en vis-à-vis d'une grande ouverture obturable 375 de la première paroi longitudinale 300b correspondante du troisième conteneur 300 de telle sorte que la paroi avant transversale 200a du deuxième conteneur 200 équipée d'une porte 261 donnant sur la cour 1a soit alignée avec la paroi avant transversale 300a du troisième conteneur 300.
- Le quatrième conteneur 400 contenant une chaudière 410 est disposé dans la même direction que le premier conteneur 100 c'est-à-dire avec ses parois longitudinales perpendiculaires aux parois longitudinales des deuxième et troisième conteneurs, une de ses parois transversales 400a se trouvant en vis-à-vis de la paroi transversale équipée des portes 160 du premier conteneur 100 et délimitant ainsi la cour d'accès 1a.

[0067] Dans le mode de réalisation décrit ici, le deuxième conteneur 200 comprend un laboratoire équipé de matériels et mobiliers 250 permettant de contrôler la qualité des produits issus des différentes phases de préparation de l'émulsion. Le troisième conteneur 300 comprend un pupitre de commande 330, une quatrième cuve tampon 320 et une armoire de commande électrique 340. La cuve tampon 320 est destinée à recueillir de façon temporaire l'émulsion provenant de la troisième cuve avant son stockage ultérieur dans un silo ou une citerne de stockage externe 50 à l'aide d'une conduite d'évacuation 335 passant par une ouverture 370b dans la deuxième paroi longitudinale 300c du troisième conteneur 300, ladite conduite coopérant avec une pompe de transfert 336.

[0068] Du fait que les grandes ouvertures 275 et 375 en vis-à-vis des deuxième et troisième conteneurs 200

et 300 juxtaposés présentent une dimension dans la direction longitudinale des conteneurs d'environ la moitié de la longueur du conteneur, le personnel peut opérer à l'intérieur des deuxième et troisième conteneurs, notamment au regard du contrôle de la deuxième cuve et au regard également de l'analyse des productions de la troisième cuve en passant facilement d'un conteneur à l'autre de l'ensemble des deuxième et troisième conteneurs 200 et 300 formant lorsque les grandes ouvertures 275 et 375 sont ouvertes un même grand conteneur. Ces grandes ouvertures 275 et 375 permettent donc une meilleure gestion de l'espace des deuxième et troisième conteneurs et une amélioration de l'ergonomie. Ainsi, il est possible de mettre en oeuvre des premier, deuxième et troisième conteneurs standards de petite taille d'environ 6,1 m (20 pieds), seul le quatrième conteneur comportant la chaudière 410 étant un conteneur de grande taille de format standard d'environ 12,2 m (40 pieds). On peut aussi installer l'ensemble des équipements de la chaudière 410 dans deux petits conteneurs juxtaposés et communiquant via un passage ménagé dans les parois latérales en vis-à-vis (idem 275 et 375).

[0069] Des portes additionnelles 360 et 260 sur les parois latérales transversales arrières des deuxième et troisième conteneurs ainsi qu'une porte 261 sur la paroi transversale avant du deuxième conteneur ainsi également que la communication entre les deuxième et troisième conteneurs 200 et 300 par l'ouverture 275 et 375 permettent une évacuation rapide en cas d'incident, soit vers la cours d'accès 1a soit vers l'arrière du deuxième ou troisième conteneur.

[0070] Du fait de la disposition des premier, deuxième et troisième conteneurs décrits ci-dessus, l'installation selon l'invention permet la séparation des phases aqueuse et huileuse dans deux conteneurs différents de part et d'autre du conteneur de préparation d'émulsion ce qui constitue la caractéristique importante de la sécurité de l'installation modulaire selon l'invention.

[0071] L'intercalation du troisième conteneur avec la troisième cuve 310 de mélange entre les premier conteneur 100 et deuxième conteneur 200 tel que décrit ci-dessus permet aussi d'optimiser les longueurs de conduite de transfert de fluide entre les différentes cuves, notamment la longueur des conduites de transfert acheminant la phase aqueuse et la phase huileuse vers la troisième cuve 310 étant relativement réduite.

[0072] Bien que le premier conteneur 100 de préparation de la phase aqueuse et les deuxième et troisième conteneurs 200 et 300 de préparation de la phase huileuse et de l'émulsion soient physiquement séparés, le passage d'un opérateur de l'un à l'autre est facilité par la présence d'une porte 261 sur la paroi transversale avant 200a du deuxième conteneur 200 et des portes 160 sur la paroi transversale avant du premier conteneur 100. Les portes 160 permettent l'accès à un groupe de pompage 190.

[0073] La première cuve de dissolution 110 n'est accessible, pour des opérations de maintenance, que par

le toit lorsque la cuve 110 est vide. La sécurité du personnel s'en trouve ainsi améliorée. L'accès sécurisé au toit du premier conteneur 100 est possible grâce à un escalier 101 et des barrières 102 sur le toit 103. Des parois de rehausse 145 délimitant une ouverture au niveau du plafond 110a de la première cuve débouche au-dessus du toit 103 du premier conteneur et fermé par une plaque 146 permettant d'accéder lorsque la plaque 146 est enlevée à l'intérieur de la première cuve 110 tel que décrit ci-après.

[0074] Un cinquième conteneur 500 comprend outre le groupe électrogène 510, un compresseur 520 qui a pour fonction d'alimenter en air une pompe pneumatique 280 de transfert de l'huile et du tensio actif d'une part et une pompe pneumatique 336 de transfert de l'émulsion d'autre. Les pompes 190a, 190b, 290 et 305 sont des pompes électriques.

[0075] Le fait que les quatrième conteneur et cinquième conteneur soient espacés desdits premier, deuxième et troisième conteneurs est une sécurité supplémentaire.

[0076] L'installation comprend également une citerne 30 contenant une réserve d'eau servant à alimenter en eau l'installation et notamment la première cuve 110 et la chaudière 410. De façon avantageuse, la citerne 30 est montée sur des châssis de la taille de conteneurs standards afin de faciliter son transport jusqu'au lieu d'installation.

[0077] De manière avantageuse, des cuves externes contenant les matières premières comme les nitrates dans un grand récipient souple 10 et les composants de la phase huileuse tel que l'huile, fioul et agent tensio-actifs dans des cuves externes 20 sont facilement transportables à l'aide d'un chariot élévateur 40 et sont de taille adaptée pour pouvoir être rangées dans des conteneurs standards ou des conteneurs de l'installation.

[0078] L'installation comprend optionnellement un sixième conteneur 600 comprenant un module optionnel de refroidissement de l'émulsion 610. Le module de refroidissement comporte, par exemple, une tour de refroidissement 615 associée à un échangeur à plaques 620. Dans le mode particulier de réalisation décrit ici, ce module n'est pas mis en oeuvre dans l'installation mais pourrait l'être facilement en raccordant le module de refroidissement au troisième container 300 dédié à la préparation de l'émulsion par le biais d'une conduite hydraulique (non représentée) passant au travers d'une ouverture en vis-à-vis d'une ouverture correspondante 370c pratiquée sur la deuxième paroi longitudinale arrière 300c du troisième conteneur 300.

[0079] De façon avantageuse, l'installation modulaire 1 selon l'invention est constituée de premier, deuxième, troisième, cinquième et sixième conteneurs de taille standard d'environ 6,1 m de longueur (20 pieds) seul le quatrième conteneur 400 contenant la chaudière 410, étant un conteneur d'environ 12,2 m de longueur (40 pieds) en raison de la grande quantité de vapeur destinée à être fournie à l'installation. Le premier conteneur 100 comportant la première cuve de dissolution 110 peut être

constituée d'un conteneur d'environ 6,1 m de longueur (20 pieds) d'une hauteur supérieure de 30 cm aux conteneurs standards d'environ 6,1 m de longueur (20 pieds), dit « high cube », en raison du dimensionnement de la première cuve.

[0080] Plus précisément, les tailles des conteneurs 200, 300, 500 et 600 sont les suivantes : longueur L 6.058 m, largeur l 2.438 et hauteur H = 2.591. Ces conteneurs sont réalisés de façon standard en tôle d'acier.

[0081] Les ouvertures desdits conteneurs sont obturables pouvant être refermées et renforcées lors du transport des conteneurs à l'aide d'éléments de fermetures démontables. De cette façon, le conteneur reprend une configuration adaptée à son transport parmi d'autres conteneurs standards. Un possible endommagement des conteneurs dû à la présence d'éléments excentrés ou d'ouvertures fragilisant la structure du conteneur étant ainsi évité.

[0082] Les ouvertures peuvent être destinées à faciliter le passage des personnes, pour des opérations de maintenance notamment, ou permettre le passage de câbles électriques et de conduites hydrauliques permettant une communication entre les différents conteneurs.

[0083] Les ouvertures 170 et 370a au niveau des premier et troisième conteneurs 100 et 300 permettent le passage d'une portion de conduite de transfert de la phase aqueuse provenant du premier conteneur 100 reliée à une portion de conduite 313 elle-même reliée à la troisième cuve de préparation de l'émulsion 310 coopérant avec un débitmètre 311b de contrôle du débit de phase aqueuse à l'intérieur du troisième conteneur 300.

[0084] Le passage d'une portion de conduite de transfert 291 de la phase huileuse depuis la deuxième cuve 210 du deuxième conteneur 200 vers la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion se fait à travers les grandes ouvertures 275 et 375 au niveau des parois longitudinales adjacentes des deuxième et troisième conteneurs, à l'aide d'une pompe 290 à l'intérieur du deuxième conteneur pour se connecter à une portion de conduite 312 reliée à la troisième cuve et coopérant avec un débitmètre 311a de contrôle de débit de phase huileuse.

[0085] Une conduite de transfert de vapeur 430 s'étend depuis la chaudière 410 en traversant une ouverture 270b de la deuxième paroi longitudinale 200c du deuxième conteneur pour alimenter une conduite 292 à l'intérieur du deuxième conteneur reliée à l'extrémité supérieure 222 d'un échangeur thermique tubulaire hélicoïdale 220 à l'intérieur de la deuxième cuve 210.

[0086] Une conduite de transfert 293 permet l'acheminement des composants de la phase huileuse (huile, fioul et agents tensioactifs) vers ladite deuxième cuve 210 à l'aide d'une pompe 280 à l'intérieur du deuxième conteneur depuis des vannes de connexion 281, 282 et 283 auxquelles sont reliées des conduites d'alimentation en chacun des composants depuis la cuve 20 passant par une ouverture 270a de la deuxième paroi latérale longitudinale 200c du deuxième conteneur. Une conduite de transfert 325 permet le transfert de l'émulsion à l'aide

d'une pompe 305 depuis la troisième cuve 310 vers une cuve tampon 320 ou vers une conduite d'évacuation 335 coopérant avec une vanne 336 ou une évacuation vers une cuve de stockage externe 40 en passant à travers une ouverture 370b de la deuxième paroi latérale longitudinale 300c du troisième conteneur 300.

[0087] Une conduite de transfert de vapeur 420 s'étend depuis la chaudière 410 traverse les deuxième et troisième conteneurs à travers les ouvertures 270b de la deuxième paroi latérale longitudinale 200c et grande ouverture 275 de la première paroi latérale longitudinale 200b du deuxième conteneur et la grande ouverture 375 de la première paroi latérale longitudinale 300b du troisième conteneur ou passe au-dessus des deuxième et troisième conteneurs pour alimenter une conduite 171 reliée à l'orifice supérieur 121 de l'échangeur thermique tubulaire 120 du premier conteneur décrit ci-après via la vanne 170.

[0088] Les différentes ouvertures des conteneurs décrites ci-dessus ou ci-après à savoir les ouvertures 170a et 175 du premier conteneur, les ouvertures 270a et 275 du deuxième conteneur, les ouvertures 370b, 370a et 370c du troisième conteneur sont des ouvertures rectangulaires de dimension d'environ 50 cm x 50 cm.

[0089] De façon avantageuse, les câbles électriques et les conduites hydrauliques peuvent être constitués de portions de câble ou respectivement portions de conduite comportant à leurs extrémités des éléments de connexion et plus particulièrement enfichables, lesdits éléments de connexion aux extrémités des câbles et conduites étant fixés au niveau des ouvertures desdits conteneurs comprenant des fiches de connexion desdits éléments de connexion des câbles électriques et des fiches de connexion desdits éléments de connexion aux extrémités desdites conduites. Ces fiches permettent des connexions et des déconnexions rapides des différentes portions de câble ou portions de conduite disposées à l'intérieur des différents conteneurs.

[0090] La cuve de dissolution 110 du premier conteneur 100 est parallélépipédique et adaptée aux dimensions du premier conteneur 100 lui aussi parallélépipédique. La première cuve 100 comporte 5 parois sensiblement de même dimensions (autres que dans la direction longitudinale) que 5 parois du premier conteneur contre lesquelles elles sont appliquées, une sixième paroi latérale transversale avant 110b de la première cuve se trouve en retrait toutefois de la paroi latérale transversale avant comportant les portes 160 du premier conteneur de manière à ménager un compartiment pouvant recevoir un groupe de pompage 190. Le groupe de pompage 190 alimente la cuve parallélépipédique 110 en eau provenant de la citerne 30 avec la pompe 190b et assure le transfert de la phase aqueuse depuis la première cuve 110 vers la portion de conduite 313 reliée à la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion avec la pompe 190a.

[0091] L'accès au groupe de pompage 190, pour des opérations de manutention, est facilité par la présence à

proximité immédiate des portes 160 de la paroi transversale avant du conteneur 100 mais aussi par la présence d'une ouverture 175 pratiquée sur la paroi longitudinale arrière 100b du premier conteneur au regard du groupe de pompage 190.

[0092] Les dimensions de la cuve parallélépipédiques, à savoir de longueur $L1 = 4.40$ m permettent d'optimiser la quantité de phase aqueuse pouvant être préparée dans ladite première cuve compte tenu de la taille du premier conteneur 100. En effet, les proportions massives utilisées pour la préparation de l'émulsion inverse étant de 85 à 95% et préférentiellement de 90 à 94% de phase aqueuse pour 15 à 5% et préférentiellement 10 à 6% de phase huileuse, la capacité de production de l'installation modulaire 1 dépend directement de la quantité de phase aqueuse produite lors d'un cycle de préparation de l'émulsion.

[0093] La première cuve 110 est fermée et n'est accessible que par le plafond 110a où sont pratiquées des ouvertures entourées par des parois verticales de rehausse 135, 136 et 145 dont les extrémités supérieures passent à travers des ouvertures du toit 103 du premier conteneur 100 et dépassent au-dessus du toit 103 du premier conteneur 100. Lesdites parois verticales de rehausse 145 forment un cylindre à section carrée ou rectangulaire sensiblement au centre du plafond 110a de la première cuve, tandis que les petites parois de rehausse 135 et 136 disposées de part et d'autre des grandes parois de rehausse 145 sont de forme cylindrique à section circulaire mais peuvent présenter à leur base une plaque à section carrée pour obturer l'ouverture carrée éventuelle correspondante du plafond 110a de la première cuve.

[0094] Du fait desdites parois de rehausse 145, 135 et 136, ledit premier conteneur outre les ouvertures latérales 170, 175 et 370a ainsi que sa porte 160 comporte également des ouvertures au niveau de son toit 103 en vis-à-vis des ouvertures de ladite première cuve, à savoir deux petites ouvertures correspondant aux petites parois de rehausse 135 et 136 et une grande ouverture à section carrée ou rectangulaire laissant passer la grande paroi de rehausse cylindrique à section carrée ou rectangulaire 145.

[0095] Deux petites parois de rehausse 135 et 136 supportent respectivement des tiges verticales 130c et 131c s'étendant à l'intérieur de la première cuve 110 et supportant chacune deux pâles rotatives 130a, 130b aptes à être actionnées en rotation autour d'un axe constitué par lesdites tiges 131a, 131b. Lesdites pâles rotatives sont actionnées en rotation par des moteurs d'entraînement en rotation 130d et 131d disposés au-dessus du toit 103 du premier conteneur 100 pour constituer des agitateurs 130 et 131 au sein de la première cuve. Des grandes parois de rehausse 145, située entre les deux petites parois de rehausse 135 et 136, débouche sensiblement au centre du toit 110a de la première cuve 110 et délimite un trou d'homme par lequel sont acheminés les granulés de nitrates depuis une cuve de stockage

externe 10 vers la première cuve 110 entraînés par une vis externe de décharge 140.

[0096] Lors du transport du premier conteneur, les parois de rehausse 135, 136 et 155 peuvent être séparées du toit de la première cuve et les ouvertures correspondantes sur le toit 103 du premier conteneur du plafond 110a de la première cuve peuvent être obturées à l'aide de plaques permettant également de renforcer la structure du conteneur pendant son transport. Les éléments supportés par lesdites petites parois de rehausse 135, 136, à savoir les tiges formant les axes de rotation 130c et 131c et les moteurs 130d et 131d et la vis de décharge 140 pour la grande paroi de rehausse 145 peuvent aussi être démontés et rangés pour leur transport.

[0097] De façon avantageuse, un déflecteur 141 disposé sous l'ouverture centrale délimitée par les grandes parois de rehausse 145 au sommet du toit 110a de la première cuve 110 permet de dévier les granulés de nitrates en direction des deux agitateurs 130 et 131. Ainsi, les granulés sont facilement entraînés en rotation par les agitateurs et dissous dans la solution présente dans la cuve. En l'absence de déflecteur 141, les granulés pourraient tomber au milieu de la cuve, hors d'une atteinte suffisante de l'action des agitateurs/mélangeurs.

[0098] Sur la figure 3, la première cuve 110 comprend un échangeur thermique 120 constitué d'un ensemble de trois étages 122, 123 et 124 de conduites longitudinales à section circulaire, parallèles et reliées entre elles en continuité par des éléments de conduite horizontaux ou connecteurs transversaux 126a à 126f et 128a, 128b pour les conduites disposées dans un même dit étage. On entend ici par « conduites parallèles » d'un même étage que les conduites d'un même étage ont leurs axes situés dans des plans parallèles, lesdites conduites étant toutefois légèrement inclinées d'un angle de moins de 10° par rapport à l'horizontal comme il sera décrit ci-après, ne présentent pas leurs axes strictement parallèle entre eux.

[0099] Ces conduites de l'échangeur 120 forment un réseau de conduites en continu dans lequel circule la vapeur d'eau provenant de la chaudière 410. Les extrémités de certaines conduites longitudinales aux différents étages de l'échangeur sont reliées à celles d'un étage immédiatement supérieur ou inférieur par des éléments de conduites verticales coudées s'étendant dans un plan vertical aussi appelées connecteurs verticaux 127a, 127b ci-après.

[0100] Au niveau des premier étage 122 et deuxième étage 123, les conduites longitudinales sont regroupées de façon à ménager un espace central 120a libre. Cet espace central 120a libre permet le passage des tiges et pales rotatives des agitateurs 130 et 131. Le troisième étage ou étage inférieur 124 en revanche recouvre substantiellement uniformément toute la surface du plancher de la première cuve, les conduites longitudinales y étant espacés dans la direction transversale d'une même distance les unes des autres.

[0101] Les petites pales 130a et 131a des agitateurs

130 et 131 se situent en hauteur entre les deuxième et troisième étages 122 et 123 de l'échangeur 120 à proximité des conduites du troisième étage 124. En revanche les grandes pales 130b et 131b des agitateurs 130 et 131 se situent au-dessus des conduites du premier étage 122 de l'échangeur 120.

[0102] La structure de l'échangeur 120 et l'emplacement des pales ou agitateurs 130 et 131 sont particulièrement adaptés à la dissolution de nitrates dans une cuve parallélépipédique.

[0103] Les conduites longitudinales parallèles adjacentes d'un même étage sont d'inclinaisons inversées et leurs extrémités d'un même côté longitudinal sont reliées entre elles par des connecteurs transversaux horizontaux. L'extrémité d'au moins une conduite longitudinale de chaque étage est reliée à une extrémité du même côté d'au moins une conduite d'un étage inférieur ou supérieur par des connecteurs verticaux coudés 127a, 127b. L'inclinaison des différentes conduites longitudinales parallèles favorise l'écoulement de la vapeur et la récupération des condensats formés par le refroidissement de la vapeur au contact de l'eau ou de la phase aqueuse sont favorisés au niveau de l'étage inférieur.

[0104] L'échangeur 120 de la figure 3 comprend 22 conduites longitudinales dont les axes longitudinaux sont disposés dans des plans parallèles entre eux. Les 22 conduites longitudinales sont disposées symétriquement par rapport à un plan médian vertical de l'échangeur.

[0105] Les 22 conduites longitudinales sont disposées selon 3 étages comme suit :

- Un premier étage 122 ou étage supérieur avec 6 conduites longitudinales 122a à 122f, et
- Un deuxième étage 123 intermédiaire avec 6 conduites longitudinales 123a à 123f, et
- Un troisième étage 124 ou étage inférieur avec 10 conduites longitudinales 124a à 124j.

[0106] Au niveau du troisième étage ou étage inférieur 124, les conduites longitudinales sont situées à proximité de la paroi de fond 110c de la cuve 110, lesdites conduites longitudinales parallèles 124a à 124 sont espacées sensiblement d'une même distance dans la direction transversale.

[0107] Toutes les extrémités desdites conduites longitudinales 124a à 124j du troisième étage situées du même côté sont reliées entre elles par des éléments de conduites transversales horizontales appelées connecteurs transversaux 128a d'un côté et 128b de l'autre côté. Un premier connecteur transversal 128a comporte un orifice d'évacuation central 129 constituant un orifice de sortie inférieur de l'échangeur 120 permettant la sortie du fluide calorifique de l'échangeur avant qu'il ne soit transféré et réchauffé dans la chaudière 410 et puis redirigé vers l'orifice d'alimentation supérieur 121 décrit ci-après.

[0108] L'étage supérieur ou premier étage 122 de l'échangeur comporte 6 conduites longitudinales groupées comme suit :

- 5 - Un premier groupe de 3 conduites longitudinales 122a, 122b, 122c parallèles et espacées sensiblement d'une même distance dans la direction transversale, disposées d'un côté d'un espace central vide 120a, et
- 10 - un deuxième groupe de 3 autres conduites longitudinales 122d, 122e, 122f parallèles et espacées sensiblement d'une même distance dans la direction transversale, et situées de l'autre côté de l'espace central vide 120a, ces 3 conduites du deuxième groupe étant disposées symétriquement par rapport
- 15 aux 3 conduites du premier groupe disposées de l'autre côté de l'espace vide central 120a.

20 **[0109]** Un premier connecteur transversal supérieur 126a comportant un orifice d'alimentation central 121 alimente les extrémités d'un même côté des 2 conduites longitudinales 122c et 122d délimitant ledit espace central 120a.

25 **[0110]** Les 2 conduites 122c et 122d sont légèrement inclinées en pente descendante vers leur autre extrémité longitudinale jusqu'à 2 connecteurs transversaux supérieurs 126b les reliant aux extrémités longitudinales du même côté des 2 conduites 122b et respectivement 122e. Ces conduites 122b et 122e sont à leur tour inclinées en pente descendante inverse vers leurs autres extrémités longitudinales jusqu'à des connecteurs transversaux 126c les reliant aux extrémités longitudinales du même côté des 2 conduites externes 122a et respectivement 122f (les plus éloignées donc de l'espace central vide 120a). Ces conduites externes 122a et 122f du premier étage 122 sont à nouveau à leur tour en pente inclinée en sens inverse, c'est-à-dire en pente descendante vers des premiers connecteurs verticaux coudés 127a à leur autre extrémité longitudinal (opposé à celles des orifices d'alimentation 121 et orifice de sortie 129).

35 **[0111]** Les connecteurs verticaux 127a formés d'éléments de conduite coudés assurent la liaison desdites conduites 122a et 122f jusqu'aux extrémités situées du même côté longitudinal des conduites 123c et 123d du deuxième étage de conduites 123.

40 **[0112]** Les 6 conduites longitudinales parallèles entre elles 123a à 123f du deuxième étage 123 sont également regroupées en 2 groupes de 3 conduites disposées symétriquement respectivement de chaque côté de l'espace central vide 120a au-dessus du troisième étage de conduites, à savoir un premier groupe de conduites 123a, 123b et 123c et un deuxième groupe de conduites 123d, 123e et 123f.

45 **[0113]** Les 2 conduites longitudinales internes 123c et 123d du deuxième étage délimitant l'espace central 120a sont reliées aux 2 conduites adjacentes 123b et respectivement 123e par des premiers connecteurs transver-

saux intermédiaires 126e à l'extrémité longitudinale opposée à celle des premiers connecteurs verticaux coudés 127a.

[0114] Du fait que les premiers connecteurs verticaux coudés 127a assurent la liaison entre les conduites externes 122a et 122f avec les conduites internes du deuxième étage 123c et 123d, on comprend que lesdits connecteurs verticaux coudés 127a comportent une section de conduite horizontale dans la direction transversale 126f.

[0115] Les 2 conduites 123c et 123d sont également inclinées en pente de sens inverse par rapport aux conduites 123b et respectivement 123e de manière à être en pente descendante vers leurs autres extrémités longitudinales jusqu'à des deuxième connecteurs transversaux horizontaux intermédiaires 126d assurant leur connexion avec les extrémités longitudinales du même côté longitudinal des 2 conduites externes du deuxième étage 123a et respectivement 123f.

[0116] Les autres extrémités longitudinales situées du même côté que les orifices d'alimentation 121 et d'évacuation 129, des 2 conduites externes du deuxième étage 123a et respectivement 123f, sont reliées aux extrémités longitudinales du même côté des 2 conduites externes du troisième étage 124a et 124i par des deuxième connecteurs coudés verticaux 127b.

[0117] Les 2 conduites d'extrémité 124a et 124j du troisième étage 124 (étage inférieur) sont inclinées en pente descendante depuis leurs extrémités reliées aux deuxième connecteurs verticaux 127b jusqu'à leurs extrémités reliées à des deuxième connecteurs transversaux horizontaux inférieurs 128b disposés du côté opposé dans la direction longitudinale au côté comportant les orifice d'alimentation 121 et orifice d'évacuation 129.

[0118] Les 8 conduites longitudinales parallèles 124b à 124i du troisième étage ou étage inférieur sont sensiblement horizontales ou en pente inclinée en sens inverse par rapport à celle des 2 conduites externes 124a et 124j depuis lesdits deuxième connecteurs transversaux horizontaux 128b en direction de leurs autres extrémités longitudinales toutes reliées à un même premier connecteur transversal inférieur 128a permettant l'évacuation du fluide calorifique (vapeur) vers l'orifice d'alimentation central 129.

[0119] Pour la préparation de la phase aqueuse, dans une première étape, de l'eau provenant de la citerne 30 est introduite dans la première cuve 110 jusqu'à recouvrir le troisième étage ou étage inférieur 124 de l'échangeur soit environ 1/8^e de la hauteur de la cuve, soit de 2 000 à 5 000l, plus particulièrement environ 4000 +/- 500 (litres). La quantité d'eau introduite dans la cuve est mesurée grâce à un débit mètre connecté à l'automate central. Dans une seconde étape, l'échangeur 120 est alimenté en vapeur d'eau et les mélangeurs sont actionnés. L'eau est ainsi chauffée par contact avec le troisième étage 124 de l'échangeur associée à l'action des mélangeurs agitateurs 130 et 131. Lorsqu'une température d'au moins 70°C de préférence 80-85°C est atteinte dans

la cuve, une première portion de nitrate d'ammonium est introduite dans la première cuve 110 par la vis de décharge 140 avec un débit de 15t/h. Après mélange de la solution par les agitateurs et contrôle de la température, une autre portion de nitrate est introduite dans la première cuve. On procède ainsi jusqu'à ce qu'une quantité d'environ 20T de nitrates ait été ajoutée à la solution d'environ 4T d'eau pour obtenir environ 24T de phase aqueuse. Enfin, le pH et l'humidité sont contrôlés et corrigés, si nécessaire, par l'adjonction d'eau dans la cuve ou d'un acide faible. On ajoute également un additif de dissolution par exemple à base de thiourée ou de thiocyanate de sodium, soit environ 100kg. Lorsque la première cuve est remplie, au-dessus du premier étage 122, elle comprend des proportions massiques d'environ 80-82% de nitrate et 18-20% et 0.2 à 0.6% d'additifs. La quantité de chaleur nécessaire à la dissolution du nitrate fourni par l'échangeur de chaleur 120 est d'environ 6000 Méga Joules.

[0120] Les figures 4A et 4B décrivent le deuxième conteneur 200 notamment dédié à la préparation de la phase huileuse, deuxième étape du procédé. La phase huileuse est obtenue par mélange homogène d'huile minérale neuve ou de récupération (recyclée) telle que des huiles paraffiniques et de fioul dans des proportions variant de 0% à 100%, de préférence 50% à 80% d'huile à laquelle est ajouté un tensio-actif du type non ionique dans une proportion massique de 10 à 30% du total de la phase huileuse ainsi obtenue. Le tensio-actif vise à faciliter le mélange de la phase aqueuse dans la phase huileuse sous forme d'émulsion inverse lors de la troisième étape du procédé au sein du troisième conteneur.

[0121] Le deuxième conteneur 200 comprend une cuve de préparation de la phase huileuse dénommée deuxième cuve 210 en partie cylindriques à section circulaire montée sur des pesons 240 de volume interne de V2 d'environ 3000 l et comprend en outre un mobilier et matériel de laboratoire d'analyse 250.

[0122] Les pesons 240 permettent d'évaluer le poids de la deuxième cuve et de son contenant afin de contrôler les quantités de phase huileuse produites ou restantes comme explicité ci-après. Le laboratoire 250 permet de contrôler la qualité des produits issus des différentes étapes de préparation de l'émulsion et le produit final.

[0123] La deuxième cuve 210 est une cuve cylindrique à section circulaire et comporte en son sein un échangeur thermique hélicoïdal 220 interne disposé à proximité de la face interne de la paroi cylindrique de l'échangeur. La deuxième cuve 210 comporte à l'intérieur de l'échangeur hélicoïdal 220 un mélangeur 230 à pales rotatives supporté par une tige verticale formant axe de rotation 230b entraînée en rotation par un moteur 230c disposé au-dessus du plafond 210a de la deuxième cuve 210. L'échangeur tubulaire hélicoïdal 220 est alimenté à son ouverture supérieure 222 en vapeur d'eau provenant de la chaudière 410 et permet de chauffer la phase huileuse à une température supérieure à 40-45°C, préférentiellement 50-60°C. L'échangeur 220 et le mélangeur 230a

permettent d'obtenir une phase huileuse homogène.

[0124] Lors de la préparation de la phase huileuse, le fioul, l'huile et le tensio-actif sont introduits de façon successive dans la deuxième cuve par l'ouverture supérieure 293a au niveau du plafond 210a. Un système de pompes et de vannes commandé à partir d'un pupitre de commande 330 permet de sélectionner le type de fluide introduit dans la deuxième cuve 210 par l'extrémité 293a d'une conduite de transfert 293 dont l'autre extrémité est reliée à la pompe 280 elle-même reliée aux cuves externes 20 de fioul, d'huile et de tensio-actifs via des conduites raccordées à des vannes de connexion de conduite 281, 182 et respectivement 283.

[0125] La quantité de phase huileuse introduite est mesurée, lors du remplissage, grâce aux pesons 240 permettant d'évaluer le poids de la deuxième cuve 210.

[0126] Lorsque le fioul et l'huile ont été introduits dans la deuxième cuve selon la quantité désirée, l'agitateur 230 est mis en rotation (ou actionné) et de la vapeur est introduite dans l'échangeur 220 par l'ouverture 222 de l'extrémité supérieure du serpentín hélicoïdal de l'échangeur 220. Le tensio-actif est alors introduit dans la deuxième cuve 210. La quantité de vapeur introduite dans l'échangeur 220 est régulée de façon à obtenir la température souhaitée de 40-60°C préférentiellement 50-55°C dans la deuxième cuve. La phase huileuse obtenue est alors conservée à température constante dans la deuxième cuve 210 avant d'être acheminée vers une portion de conduite 312 reliée à la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion dans le troisième conteneur 300 selon un débit massique régulé par un débitmètre 311a dans le troisième conteneur décrit ci-après.

[0127] La figure 4B représente une vue de derrière sur laquelle sont représentées les différentes ouvertures du deuxième conteneur. L'ouverture 270a de la deuxième paroi longitudinale 200C du deuxième conteneur donne accès auxdites vannes 281, 282, 283 destinées à être reliées à des conduites elles-mêmes reliées à des cuves externes de stockage 20 de fioul, huile et tensio-actifs. L'ouverture supérieure 270b de la paroi 200c donne accès à une vanne 284 éventuellement coopérant avec un flexible de raccordement 292 alimentée en vapeur d'eau par la chaudière 410. Le deuxième conteneur 200 comporte également une porte 261 sur sa paroi transversale avant visant à faciliter le passage d'un opérateur vers le groupe de pompage 190 du conteneur 100 et des portes 260 sur sa paroi transversale arrière pouvant servir d'issue de secours en cas d'incident.

[0128] Les figures 5A, 5B et 5C représentent le troisième conteneur 300 de préparation de l'émulsion, dernière étape du procédé de préparation de l'émulsion par mélange des phase aqueuse et phase huileuse.

[0129] Le troisième conteneur 300 contient :

- une troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion essentiellement cylindrique à section circulaire d'un volume V3 inférieur à 200 litres équipée d'agitateurs 350, et

- une petite cuve tampon 320 destinée à recueillir de façon temporaire l'émulsion produite dans la troisième cuve, et

- 5 - un groupe de pompage 305 apte à véhiculer ladite émulsion vers la cuve tampon ou vers une conduite d'évacuation 335, et

- 10 - une conduite de transfert 325 entre la troisième cuve 310 et la petite cuve 320 et/ou une conduite d'évacuation 335, coopère avec un dispositif de cisaillement 315 apte à augmenter la viscosité de l'émulsion, et

- 15 - un pupitre de commande 330 apte à commander les différents moyens de pompage, moyens d'agitation, moyens de chauffage et différentes vannes et débitmètres en outre de l'installation et une armoire électrique 340 permettant de piloter l'alimentation électrique de l'ensemble de l'installation.

[0130] L'émulsion est produite dans la troisième cuve 310 par mélange de la phase aqueuse dans la phase huileuse, la troisième cuve 310 étant équipée d'agitateurs 350. La phase huileuse est produite, lors d'une étape précédente, à une température de 50 à 55°C afin de faciliter l'écart de température avec la phase aqueuse à 80-85°C et de faciliter le mélange des deux phases.

[0131] L'émulsion produite dans la troisième cuve 310 étant de viscosité faible, sa consistance la rend impropre à son usage ultérieur pour la préparation de l'explosif. L'émulsion est donc envoyée, après sous-tirage, dans un dispositif de cisaillement 315 permettant d'augmenter la viscosité de l'émulsion jusqu'à une valeur de consigne.

[0132] L'émulsion est ensuite stockée de façon temporaire dans une cuve tampon 320 avant d'être acheminée ultérieurement vers un silo ou une citerne de stockage non représenté. Le stockage temporaire de l'émulsion permet de prélever facilement des échantillons destinés à des contrôles qualité au niveau du laboratoire 250. L'opérateur peut ainsi vérifier la composition et les propriétés physiques de l'émulsion sans atteindre la fin d'un cycle de production. Il peut également avoir un contrôle visuel de la nature de l'émulsion produite.

[0133] La préparation de l'émulsion dans la troisième cuve 310 se fait en deux sous-étapes. Lors d'une première sous-étape de démarrage, la troisième cuve 310 est remplie de phase aqueuse et de phase huileuse dans des proportions massiques de 85-95% de phase aqueuse pour 5-15% de phase huileuse à l'aide de débitmètres massiques 311a et 311b. Ensuite, lors d'une deuxième sous-étape, la troisième cuve 310 est alimentée en continu en phase aqueuse et en phase huileuse, pendant que la pompe 305 soutire en continu une quantité équivalente d'émulsion fluide et l'envoie dans l'organe de cisaillement 315. Le respect du pourcentage phase aqueuse/phase huileuse étant à tout moment garanti par l'utilisation de pompes équipées de débitmètres massiques.

Ainsi, le débit massique de remplissage de phase aqueuse sera d'environ 13 fois supérieure à celui de la phase huileuse. Les deux sous-étapes se succèdent de façon à ce que la troisième cuve 310 ne soit jamais vide, le débit de sous-tirage de l'émulsion provenant de la cuve 310 étant constant.

[0134] La cuve 210 doit contenir la phase huileuse en excédant car on alimente la cuve de mélange ou troisième cuve 310 en continu à partir de la première cuve 110 et de la deuxième cuve 210 jusqu'à épuisement de la première cuve 110.

[0135] La mise en oeuvre d'une seule deuxième cuve 210 avec pesons 240 permet de peser plus précisément le reliquat de la phase huileuse à l'intérieur de la deuxième cuve 210 à épuisement de la première cuve 110 d'une part et d'autre part le volume final dans la deuxième cuve 210 lorsqu'on réapprovisionne la deuxième cuve 210.

[0136] Dans l'art antérieur, on mettait en oeuvre deux cuves de préparation de phase huileuse communiquant entre elles et équipées de niveaux afin de connaître la quantité de phase huileuse non utilisée et/ou de mesurer la quantité de phase huileuse produite. Le nombre de niveaux étant discret, la précision atteinte est moindre. L'utilisation d'une cuve à pesons permet donc de s'affranchir de l'utilisation d'une deuxième cuve.

[0137] Sur la figure 5C, l'ouverture 370a dans la paroi transversale avant 300a du troisième conteneur adjacent au premier conteneur 100 permet le passage de conduites l'acheminement de la phase aqueuse depuis la première cuve 110 vers la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion comportant une conduite 313 coopérant avec un débitmètre réglable 311b à l'intérieur du troisième conteneur.

[0138] A ce niveau des ouvertures 170 de la première cuve et 370a de la troisième cuve, il est avantageusement prévu un élément de connexion à l'extrémité de la portion de conduite 313 permettant d'effectuer une connexion rapide avec une portion de conduite s'étendant à l'intérieur du premier conteneur relié au groupe de pompe 190 et à la première cuve.

[0139] Les autres ouvertures 370b, 370c et 370d du troisième conteneur se situent sur sa paroi longitudinale arrière 300c non adjacente au deuxième conteneur.

[0140] L'ouverture 370d se situant au-dessus de la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion, permet de communiquer avec un dispositif optionnel d'extraction de vapeurs provenant de la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion par le biais de conduites hydrauliques.

[0141] Une ouverture 370c située entre la troisième cuve 310 de préparation de l'émulsion et la petite cuve tampon 320, permet de communiquer avec un module optionnel de refroidissement de l'émulsion 610 au sein d'un sixième conteneur optionnel 600. Plus précisément, ces conduites hydrauliques permettent la connexion de la tour de refroidissement 615 et de l'échangeur à plaques 620 à la conduite 325 reliant le dispositif de cisaillement à la cuve tampon par le biais d'une ouverture correspondante non représentée.

[0142] L'ouverture 370b située derrière la cuve tampon 320 et permet l'acheminement de l'émulsion vers un silo ou une citerne de stockage 50 via une conduite d'évacuation 335 coopérant avec une vanne 336.

[0143] Au niveau de l'alimentation en vapeur depuis la chaudière 410, une conduite 420 permet d'alimenter la première cuve du premier conteneur tandis qu'une conduite en vapeur 430 permet d'alimenter via une connexion 284 au niveau de l'orifice 270b de la paroi longitudinale 200c libre du deuxième conteneur, une conduite d'alimentation 292 de l'extrémité 222 du serpentin hélicoïdale de l'échangeur 220.

[0144] Dans une production en continue journalière, il est possible de produire ainsi 25T à 50T d'émulsion en 8h.

[0145] Dans le mode de réalisation décrit ici, la chaudière 410 fournit l'installation modulaire en vapeur. On pourrait considérer, dans d'autres modes de réalisation, que la chaudière fournit l'installation en fluide chaud et notamment en eau chaude.

[0146] Dans le mode de réalisation décrit ici, du nitrate d'ammonium est utilisé pour la préparation de la phase aqueuse. Des nitrates de sodium ou de calcium pourraient également être utilisés.

[0147] D'une façon similaire, le fioul et l'huile utilisés pour la préparation de la phase huileuse peuvent être remplacés par d'autres huiles végétales et/ou minérales.

30 Revendications

1. Installation modulaire (1) permettant la mise en oeuvre d'un procédé de fabrication d'un précurseur d'émulsion explosive constitué d'une émulsion inverse d'eau dans l'huile comportant :

- a) une étape de préparation d'une phase aqueuse par dissolution de nitrates dans de l'eau et chauffage,
- b) une étape de préparation d'une phase huileuse par mélange de composants comprenant au moins un corps gras végétal et/ou minérale et un agent tensioactif et chauffage, et
- c) une étape de préparation de ladite émulsion par mélange de ladite phase aqueuse dans ladite phase huileuse,

- l'installation modulaire comportant au moins un premier conteneur (100) dédié à la préparation de la phase aqueuse, ledit premier conteneur comprenant une première cuve de dissolution (110) pourvue de premiers moyens de chauffage (120) et de premiers moyens d'agitation (130, 131) aptes à agiter la phase aqueuses contenus dans la première cuve, **caractérisée en ce que le premier conteneur (100) comporte une première cuve parallélépipédique (110) avec**

- au moins 5 parois disposées parallèlement à et contre respectivement au moins 5 parois dudit premier conteneur, lesdits premiers moyens de chauffage de ladite première cuve (110) comprenant un premier échangeur thermique tubulaire (120), ledit premier échangeur thermique tubulaire étant constitué d'un réseau de conduites de transfert de fluide caloporteur disposées longitudinalement et transversalement, en continu, à différents niveaux en hauteur (122, 123, 124), aptes à chauffer le liquide contenu dans ladite première cuve parallélépipédique en distribuant la chaleur du fluide caloporteur circulant dans ledit réseau de conduites dans tout le volume de ladite première cuve.
2. Installation modulaire selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** ledit premier échangeur thermique (120) de la première cuve parallélépipédique (110) comporte un réseau de conduites longitudinales cylindriques comprenant un plus grand nombre de conduites dans la partie inférieure de la première cuve.
 3. Installation modulaire selon la revendication 1 ou 2 **caractérisée en ce que** ledit premier conteneur contient des premiers moyens de circulation par pompage (190, 190a - 190b) d'au moins ladite phase aqueuse et l'eau d'alimentation de ladite première cuve depuis une première cuve externe (30), situés entre une sixième paroi latérale transversale (110b) de ladite première cuve et une paroi latérale transversale avant (160) dudit premier conteneur.
 4. Installation modulaire selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** ledit réseau de conduites longitudinales cylindriques disposées en continu à différents niveaux en hauteur (122, 123, 124), comprend des conduites longitudinales disposées sensiblement à un même niveau en hauteur reliées entre elles à leurs extrémités d'un même côté par des éléments de conduite formant des connecteurs horizontaux transversaux (126a-126f, 128a-128b), une extrémité d'au moins une conduite longitudinale disposée à un niveau donné étant reliée à l'extrémité d'une conduite longitudinale disposée au niveau du dessous ou du dessus par au moins un élément de conduite coudé vertical (127a, 127b), les conduites des niveaux supérieurs étant disposées en pentes légèrement inclinées descendantes de préférence d'un angle inférieur à 10° par rapport à l'horizontal dans le sens de circulation du fluide caloporteur depuis un orifice d'alimentation supérieur (121) au niveau d'un connecteur transversal supérieur (126a) vers un orifice d'évacuation inférieure (129) au niveau d'un premier connecteur transversal inférieur (128a).
 5. Installation modulaire selon la revendication 2 ou 4, **caractérisée en ce que** le premier échangeur thermique (120) au sein de la première cuve comporte :
 - un étage inférieur (124) de dites conduites longitudinales (124a - 124j) couvrant le plancher de ladite première cuve parallélépipédique, lesdites conduites de l'étage inférieur étant régulièrement espacées dans la direction transversale de la première cuve et s'étendant dans la direction longitudinale sensiblement horizontalement depuis au moins un deuxième connecteur transversal inférieur (128b) vers ledit premier connecteur transversal inférieur (128a), et
 - au moins un étage supérieur (122, 123) de dites conduites longitudinales en plus petit nombre que les conduites de l'étage inférieur, les conduites dudit étage supérieur étant regroupées de part et d'autre d'un espace central (120a) de dimension dans la direction transversale de la cuve plus grande que l'espace entre deux dites conduites adjacentes positionnées d'un même côté dudit espace central, ledit espace central (120a) contenant une partie desdits premiers moyens d'agitation de la phase aqueuse (130, 131), et
 - les conduites longitudinales adjacentes d'un même étage étant d'inclinaisons inversées et leurs extrémités d'un même côté longitudinal sont reliées entre elles par des connecteurs transversaux horizontaux.
 6. Installation modulaire selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'une** partie desdits premiers moyens d'agitation de la phase aqueuse (130a, 131a) sont positionnés à une hauteur entre ledit étage supérieur et ledit étage inférieur, et une autre partie desdits premiers moyens d'agitation (130b, 131b) est positionnée au-dessus dudit étage supérieur.
 7. Installation modulaire selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la dite première cuve est fermée mais accessible des ouvertures obturables de son plafond (110a) et du toit (103) du premier conteneur.
 8. Installation modulaire selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le toit (103) du premier conteneur et le plafond (110a) de ladite première cuve sont pourvues de premières ouvertures en vis-à-vis l'une de l'autre entourées de premières parois verticales de rehausses de préférence amovibles (145) s'étendant depuis le plafond (110a) de la première cuve jusqu'au-dessus du toit (103) du premier conteneur et lesdites premières parois de rehausse supportant ou étant aptes à supporter des éléments

permettant l'acheminement du nitrate dans la première cuve à travers lesdites premières ouvertures, le nitrate étant de préférence acheminé dans la première cuve à l'aide d'une vis de décharge (140), le nitrate étant réparti à l'intérieur de la première cuve en direction des premiers moyens d'agitation (130, 131) à l'aide d'au moins un déflecteur (141) disposé dessous la première ouverture du plafond (110) de la première cuve, lesdites premières ouvertures du plafond de la première cuve et du toit du premier conteneur étant de préférence obturables, pouvant être obturées lors du transport desdits premier conteneur et dite première cuve.

9. Installation modulaire selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** le toit (103) du premier conteneur et le plafond de la première cuve comportent des deuxièmes ouvertures en vis-à-vis l'une de l'autre, entourées de deuxièmes parois verticales de rehausse (135, 136) amovibles, lesdites deuxièmes parois de rehausse s'étendant depuis le plafond (110a) de la première cuve jusqu'au-dessus du toit (103) du premier conteneur, lesdites deuxièmes parois de rehausse supportant des premiers moyens d'agitation (130, 131) comprenant au moins une tige verticale (130c, 131c) s'étendant à l'intérieur de la première cuve sur laquelle sont montées des pâles rotatives d'agitation (130a-130b, 131a-131b) aptes à être actionnées en rotation au tour d'un axe vertical à l'aide d'un moteur (130d, 131d), ledit moteur étant fixé de façon non permanente sur le toit du premier conteneur, lesdites deuxièmes ouvertures étant obturables, pouvant ainsi être obturées lors du transport.

10. Installation modulaire selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** l'installation modulaire comporte au moins les conteneurs supplémentaires suivants:

- un deuxième conteneur (200) contenant une deuxième cuve (210) contenant des deuxièmes moyens de chauffage (220) et deuxièmes moyens d'agitation (230) dédiés à la préparation de la phase huileuse, et
- un troisième conteneur (300) contenant une troisième cuve (310) contenant des troisièmes moyens d'agitation (330) dédiés à la préparation de l'émulsion.

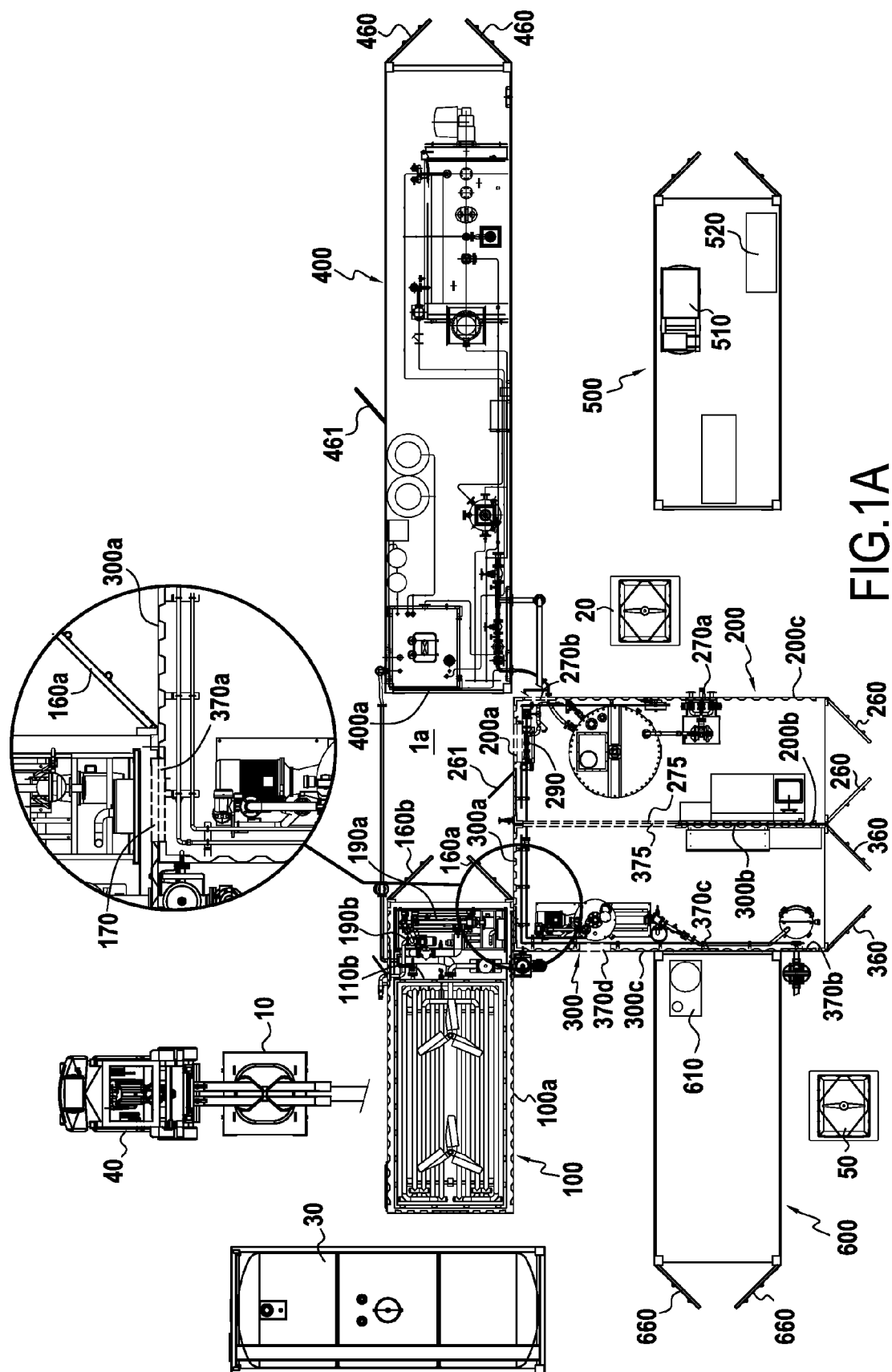
11. Installation modulaire selon l'une des revendications 1 à 10 **caractérisée en ce que** la première cuve (110) comprend un échangeur thermique (120) constitué d'un ensemble de trois étages (122, 123 et 124) de conduites longitudinales à section circulaire, reliées entre elles en continuité par des éléments de conduite horizontaux ou connecteurs transversaux (126a à 126f et 128a, 128b) pour les

conduites disposées dans un même dit étage, les extrémités de certaines conduites longitudinales aux différents étages de l'échangeur sont reliées à celles d'un étage immédiatement supérieur ou inférieur par des éléments de conduites verticales coudées s'étendant dans un plan vertical aussi appelées connecteurs verticaux (127a, 127b), les conduites longitudinales au niveau des premier étage (122) et deuxième étage (123) étant regroupées de façon à ménager un espace central (120a) libre permettant le passage de tiges et pales rotatives d'agitateurs (130 et 131), le troisième étage ou étage inférieur (124) recouvrant substantiellement uniformément toute la surface du plancher de la première cuve, les conduites longitudinales y étant espacés dans la direction transversale d'une même distance les unes des autres, les plus petites pales (130a et 131a) des agitateurs (130 et 131) se situant en hauteur entre les deuxième et troisième étages (122 et 123) de l'échangeur (120) à proximité des conduites du troisième étage (124), les plus grandes pales (130b et 131b) des agitateurs (130 et 131) se situant au-dessus des conduites du premier étage (122) de l'échangeur (120).

12. Installation modulaire selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** l'installation modulaire comporte les conteneurs-supplémentaires suivants agencés comme suit:

- au moins l'un desdits deuxième et/ou troisième conteneurs contenant des deuxièmes moyens de circulation par pompage de ladite phase huileuse (290) depuis la deuxième cuve vers la troisième cuve et circulation des composants de la phase huileuse (280) depuis des cuves de stockage externes desdits composants (20) vers ladite deuxième cuve, et des troisièmes moyens de circulation par pompage d'évacuation de ladite émulsion (305) depuis ladite troisième cuve vers une cuve de stockage de l'émulsion, et
- au moins un quatrième et/ou cinquième conteneur (400, 500) comportant des moyens de fourniture de fluide caloporteur (410) permettant d'alimenter en fluide caloporteur lesdits moyens de chauffage et des moyens de fourniture d'énergie électrique (510) permettant d'alimenter en électricité au moins lesdits moyens de circulation de fluide par pompage et lesdits moyens d'agitation, de préférence un quatrième conteneur (400) contenant des moyens de fourniture de fluide caloporteur (410) et un cinquième conteneur (500) contenant des moyens de fourniture d'énergie électrique (510),
- lesdits premier, deuxième et/ou-troisième conteneurs (100, 200, 300) étant juxtaposés au moins sur une partie d'une de leurs parois latérales (100a, 300a, 300b, 200b), de façon à ce

- qu'au moins une partie d'une paroi latérale dudit premier conteneur est juxtaposée à au moins une partie d'une paroi latérale dudit troisième conteneur, et au moins une partie d'une paroi latérale du deuxième conteneur est juxtaposée à au moins une partie d'une autre paroi latérale du troisième conteneur, de sorte que ledit troisième conteneur est intercalé entre ledit premier conteneur et ledit deuxième conteneur, et
- lesdits premier, deuxième et/ou troisième conteneurs comprenant, au niveau de leur parois, des ouvertures (170, 370a, 275, 375, 270b, 370b) par lesquelles passent et/ou sont connectées des conduites de transfert de fluide entre lesdits conteneurs et/ou des câbles électriques,
 - lesdites ouvertures étant obturables, notamment pouvant être obturées lors du transport des conteneurs.
13. Installation modulaire selon la revendication 1 à 12, **caractérisée en ce que** le deuxième conteneur (200) dédié à la préparation de la phase huileuse (200) comporte une seule deuxième cuve (210) supportée par des pesons (240) comprenant à l'intérieur de la deuxième cuve des deuxième moyens de chauffage comprenant un deuxième échangeur thermique de forme hélicoïdale (220).
14. Installation modulaire selon l'une des revendications 1 à 13 **caractérisée en ce que** le troisième conteneur (300) dédié à la préparation de l'émulsion (300) comporte une dite troisième cuve de mélange (310), un dispositif de cisaillement (315) pour augmenter de façon contrôlée la viscosité de l'émulsion évacuée de ladite troisième cuve (310) en direction d'une quatrième cuve tampon (320) destinée à recueillir de façon temporaire l'émulsion préparée dans ladite troisième cuve pour analyse avant évacuation vers une cuve externe de stockage de l'émulsion (50) à l'extérieur du troisième conteneur, et le deuxième conteneur et/ou le troisième conteneur (200, 300) comportent du mobilier et matériel de laboratoire d'analyse (250), un pupitre de commande (330) des différents dits moyens de circulation par pompage, moyens de chauffage et moyens d'agitation.
15. Procédé de préparation d'un précurseur d'explosif constitué d'une dite émulsion par mise en oeuvre d'une installation modulaire selon l'une des revendications 10 à 13 comportant :
- a) une étape de préparation d'une dite phase aqueuse par dissolution de nitrates dans de l'eau et chauffage au sein de ladite première cuve,
 - b) une étape de préparation d'une dite phase huileuse et chauffage au sein de ladite deuxième cuve, et
 - c) une étape de préparation de l'émulsion par mélange de la phase aqueuse dans la phase huileuse au sein de ladite troisième cuve, sans chauffage



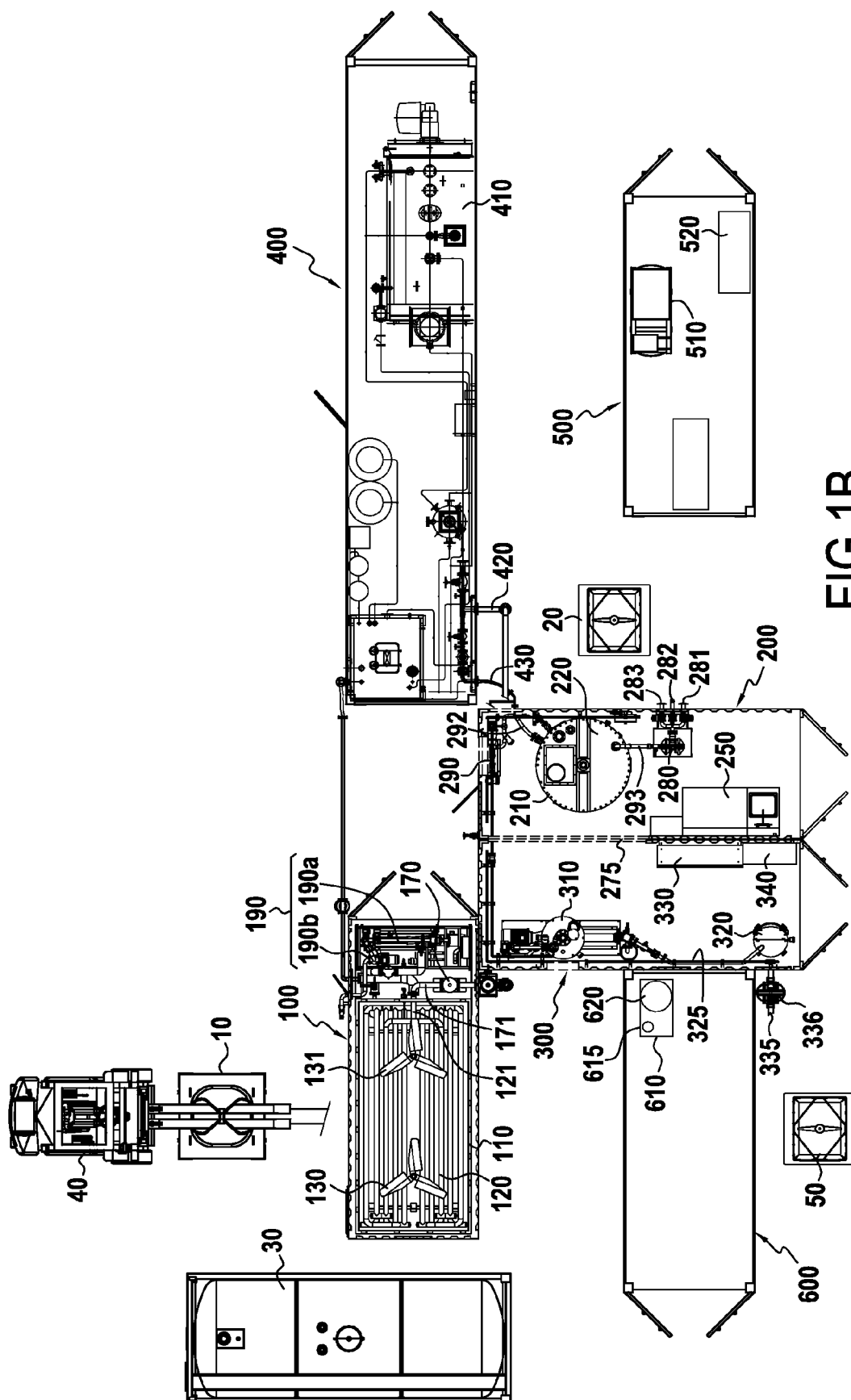


FIG. 1B

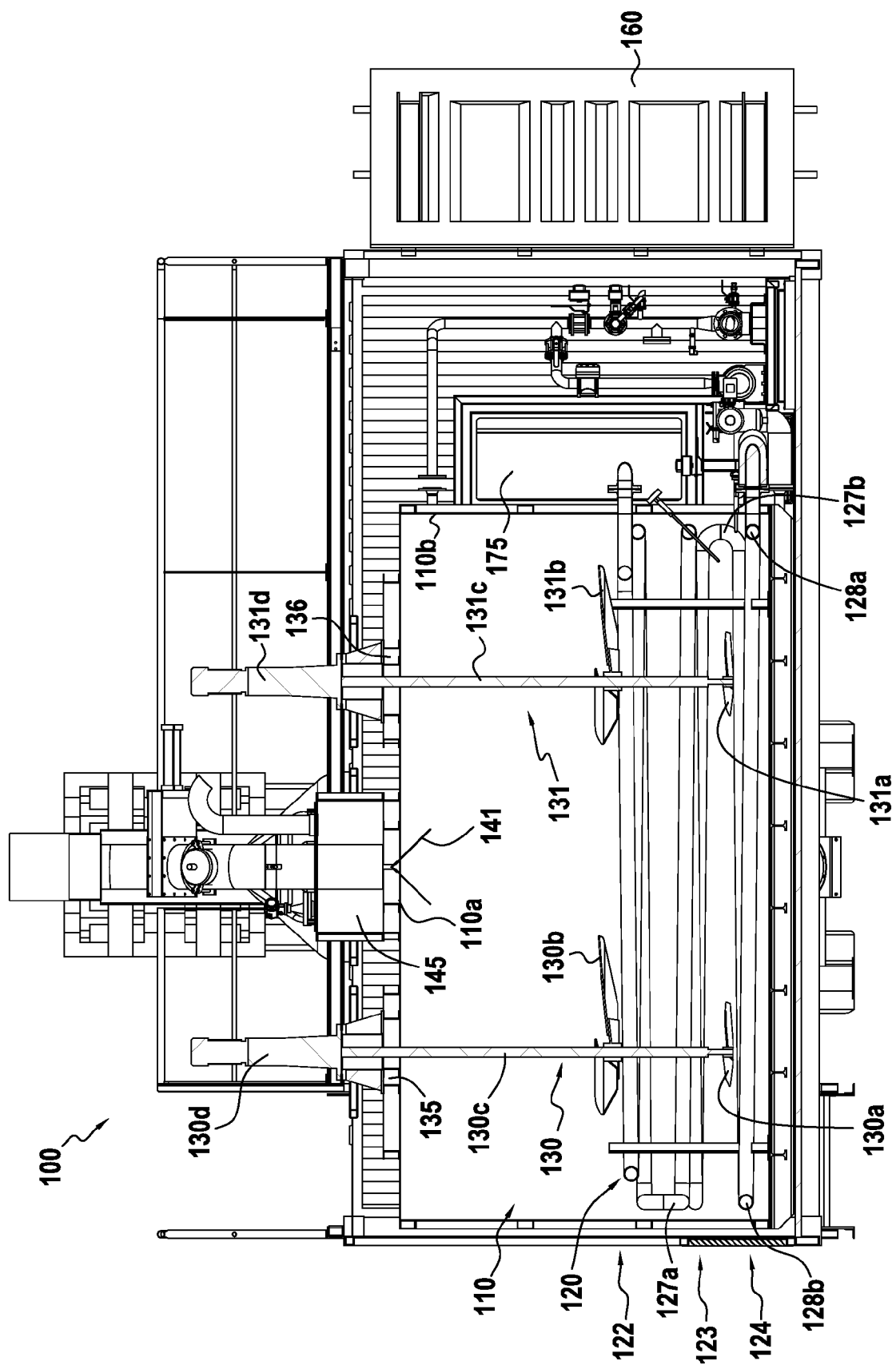


FIG. 2A

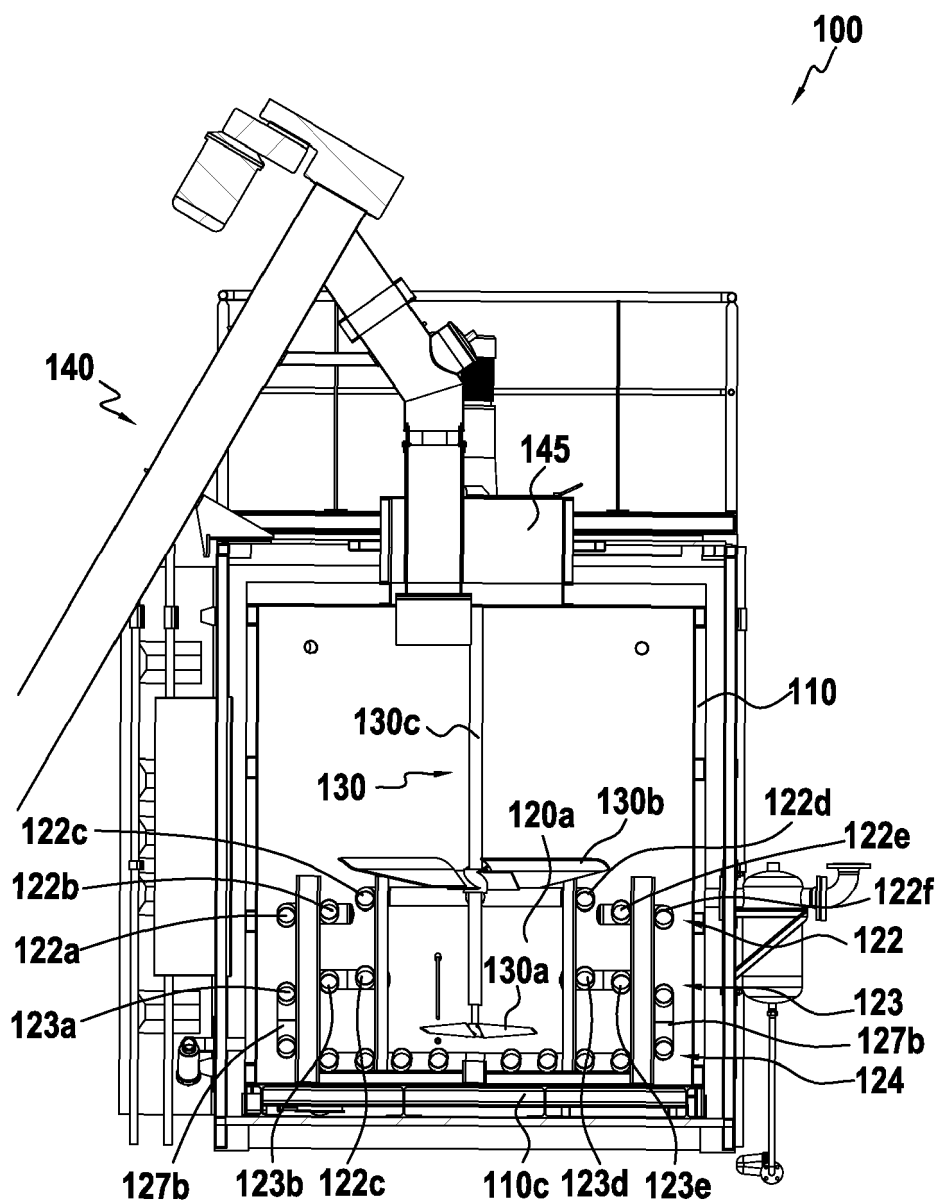


FIG. 2B

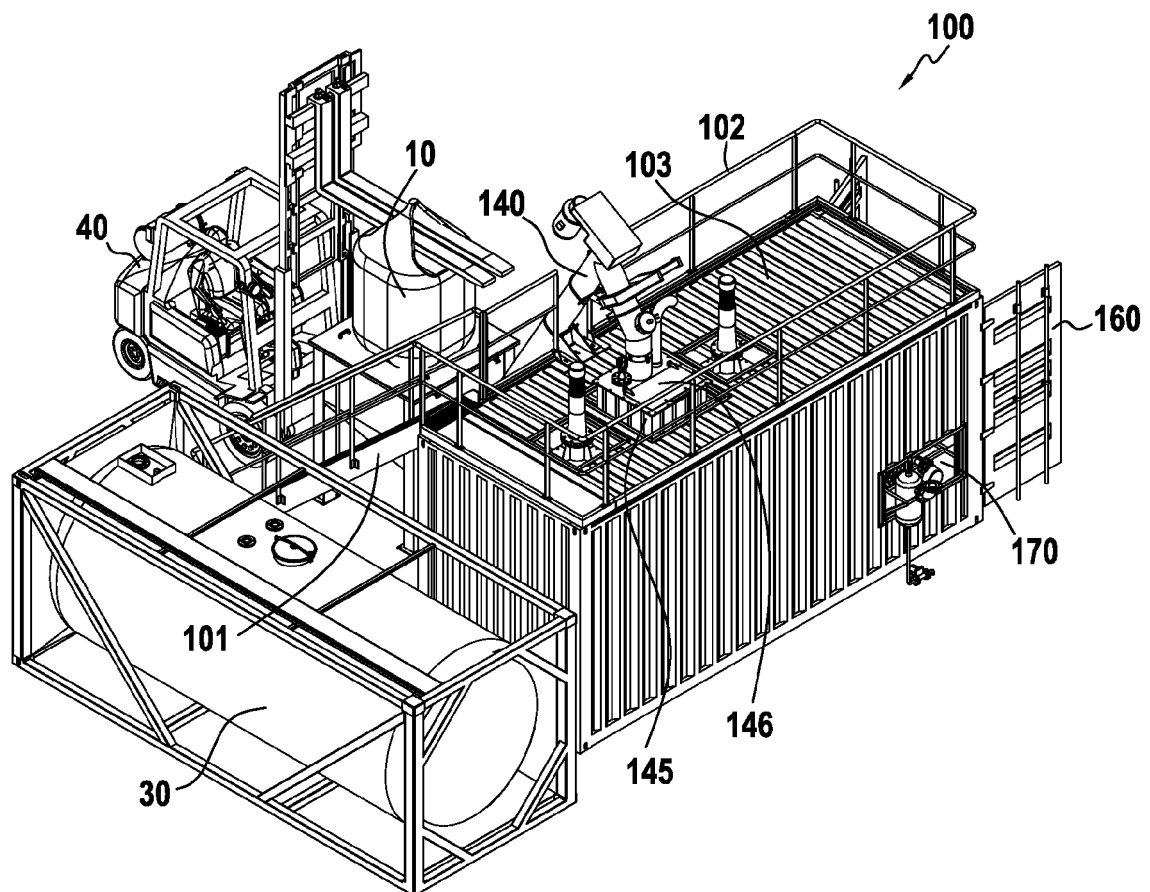


FIG.2C

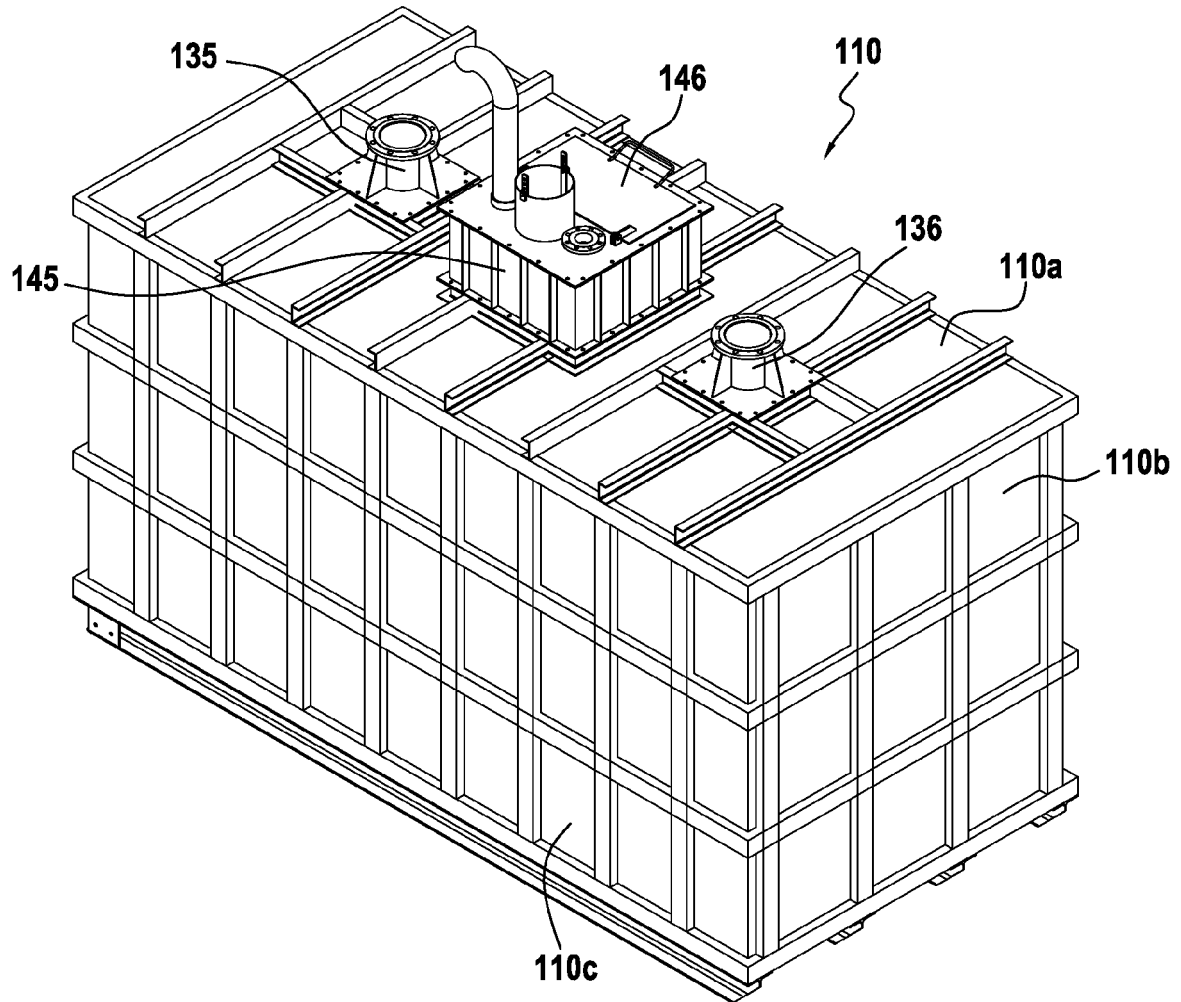


FIG.2D

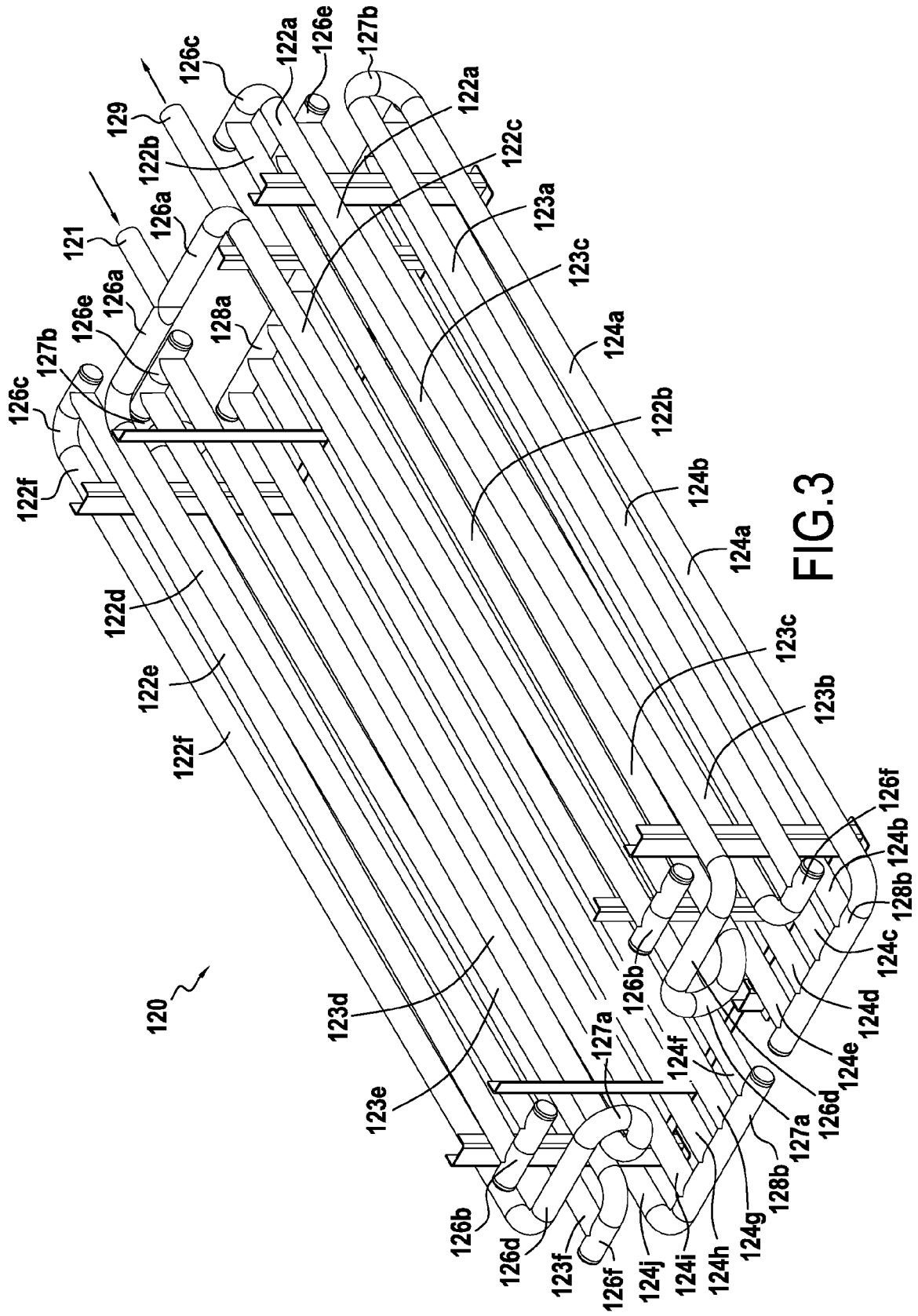


FIG. 3

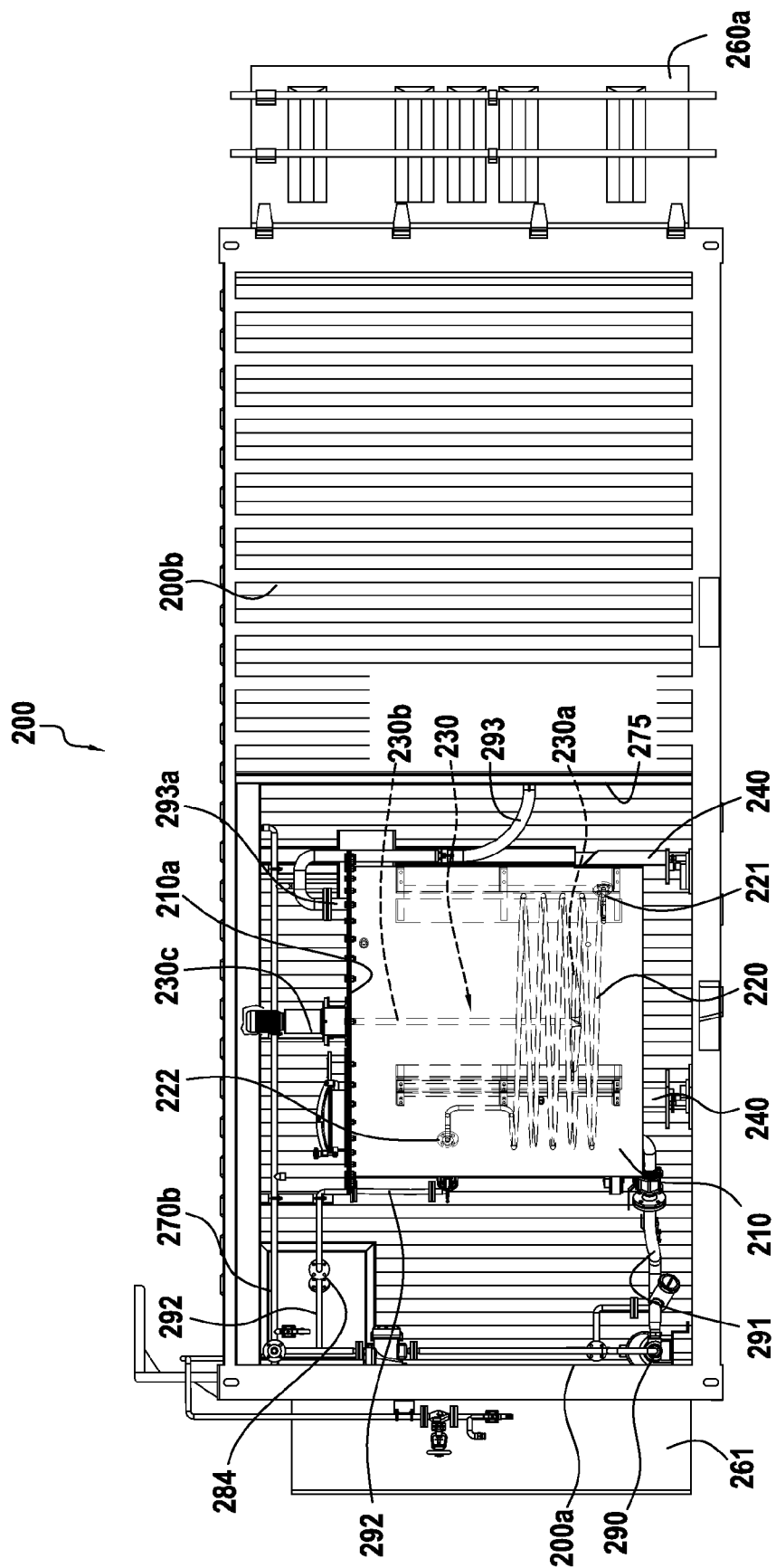


FIG. 4A

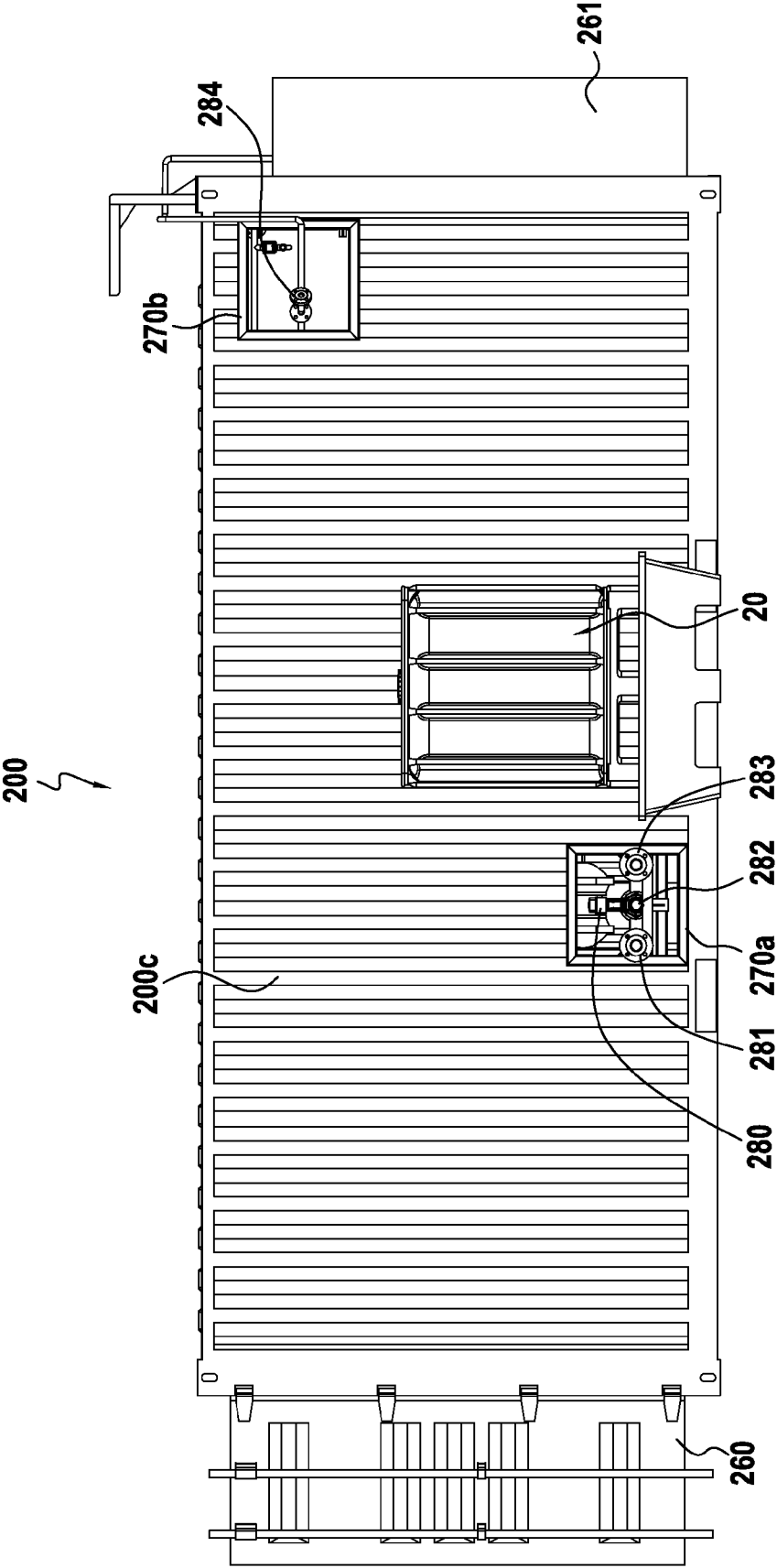
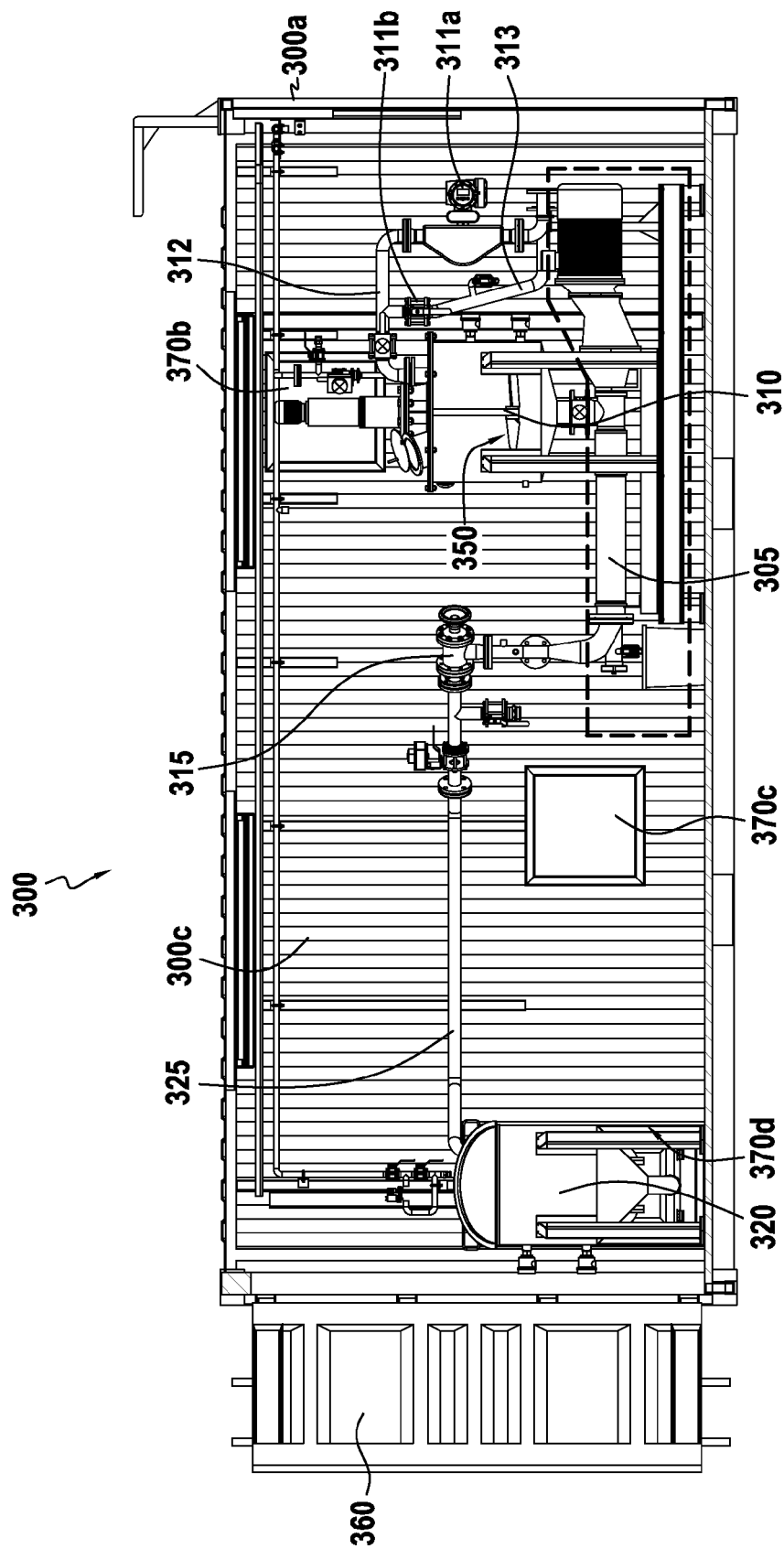


FIG. 4B



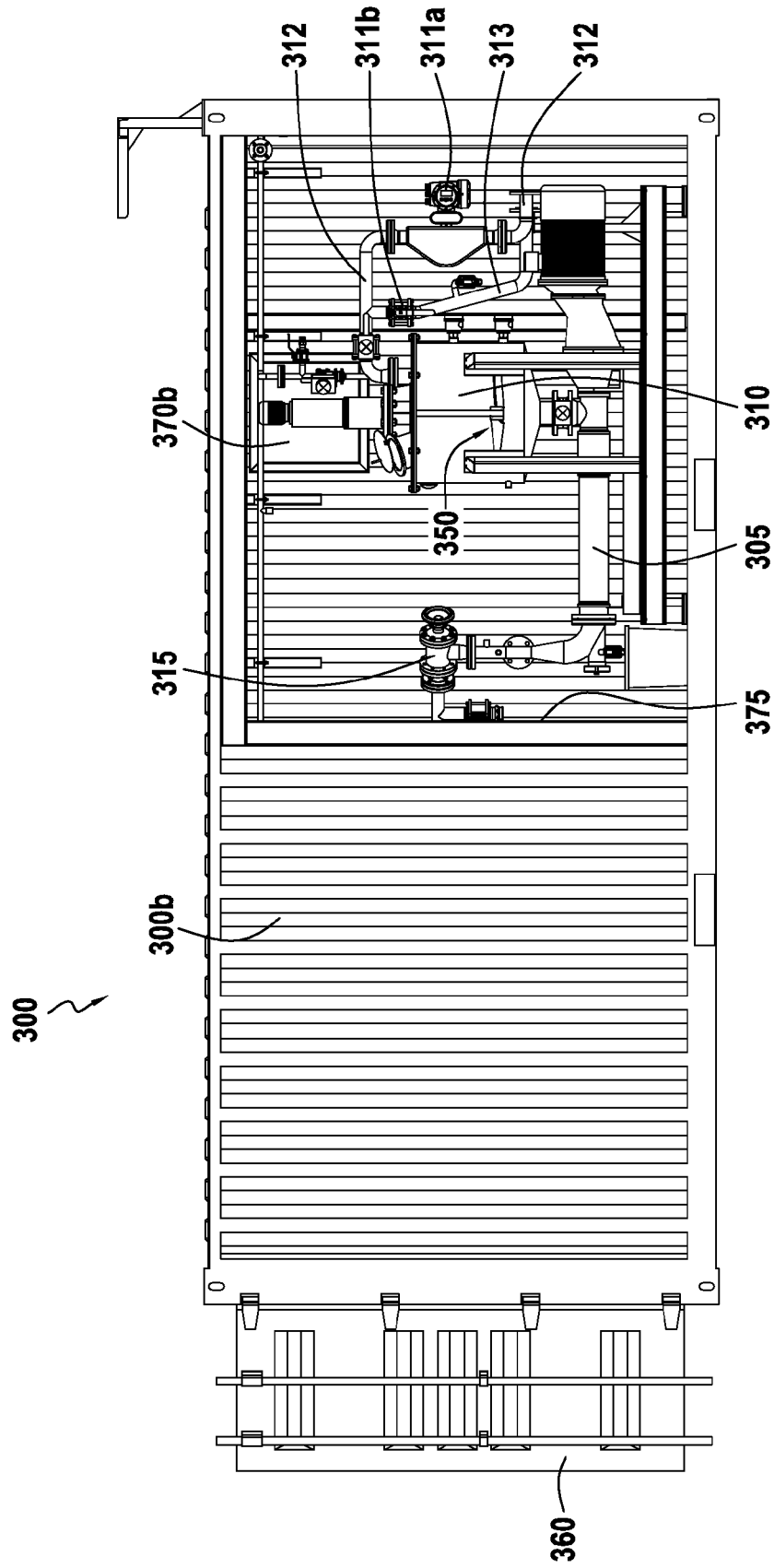


FIG. 5B

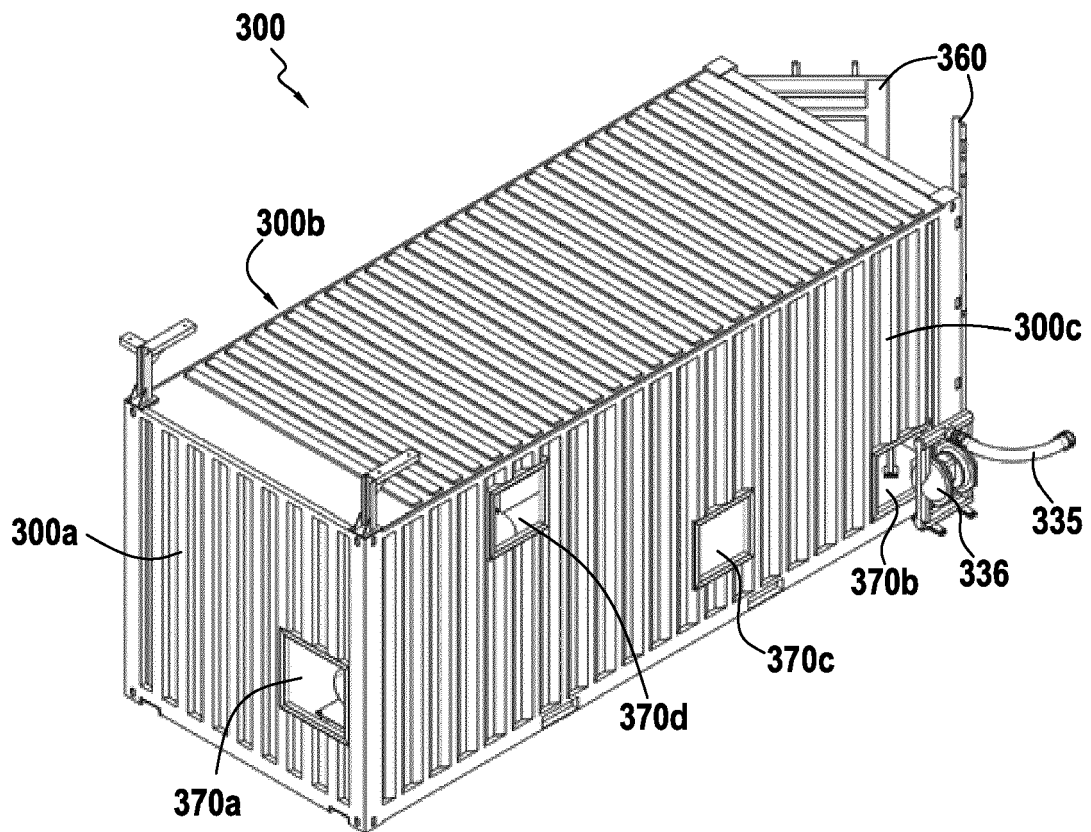


FIG.5C

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4526633 A [0009]
- GB 2126910 A [0009]