



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 35713 B1** (51) Cl. internationale : **B03C 3/00**

(43) Date de publication :
01.12.2014

(21) N° Dépôt :
37025

(22) Date de Dépôt :
13.05.2014

(30) Données de Priorité :
21.10.2011 EP 11186145.6

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2012/069991 10.10.2012

(71) Demandeur(s) :
ENEFIT OUTOTEC TECHNOLOGY OÜ, (EE)

(72) Inventeur(s) :
KAIDALOV, Aleksandr ; ANASTASIJEVIC, Nikola ; SIEGER, Hermann ; BINDER, Christian ; ORTH, Andreas ; WERZ, Hans-Joachim ; KAIDALOV, Kirill

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **PROCÉDÉ ET APPAREIL PERMETTANT D'EXTRAIRE L'HUILE D'UN MÉLANGE VAPEUR-GAZ**

(57) Abrégé : DANS UN PROCÉDÉ PERMETTANT D'EXTRAIRE L'HUILE D'UN MÉLANGE VAPEUR-GAZ (VGM) QUI EST OBTENU AU MOYEN DE LA PYROLYSE D'UN MATÉRIAU CONTENANT UN HYDROCARBURE, TEL QUE DU SCHISTE BITUMINEUX, LE VGM QUI CONTIENT PLUSIEURS FRACTIONS D'HUILE EST DÉPOUSSIÉRÉ ET LES FRACTIONS D'HUILE SONT SÉPARÉES EN FONCTION DE LEUR TEMPÉRATURE DE CONDENSATION. AFIN DE SÉPARER LES FRACTIONS D'HUILE SOUHAITÉES QUI SONT CONTENUES DANS LE MÉLANGE VAPEUR-GAZ, LE VGM DÉPOUSSIÉRÉ EST REFROIDI ET, PAR LA SUITE, FRACTIONNÉ AU COURS D'AU MOINS DEUX ÉTAPES D'UN DÉPOUSSIÉREUR ÉLECTROSTATIQUE À UNE TEMPÉRATURE QUI EST APPROPRIÉE POUR LE POINT D'ÉBULLITION DE LA FRACTION D'HUILE RESPECTIVE DEVANT ÊTRE SÉPARÉE.

Enefit Outotec Technology Oü
Laki 24
12915 Tallinn
Estland

5

Abrégé :

10

Dans un procédé permettant d'extraire l'huile d'un mélange vapeur-gaz (MVG) qui est obtenu au moyen de la pyrolyse d'un matériau contenant un hydrocarbure, tel que du schiste bitumineux, le MVG qui contient plusieurs fractions d'huile est dépoussiéré et les fractions d'huile sont séparées en fonction de leur température de condensation. Afin de séparer les fractions d'huile souhaitées qui sont contenues dans le mélange vapeur-gaz, le MVG dépoussiéré est refroidi et, par la suite, fractionné au cours d'au moins deux étapes d'un dépoussiéreur électrostatique à une température qui est appropriée pour le point d'ébullition de la fraction d'huile respective devant être séparée.

20

01 DEC 2014

- 1 -

Procédé et appareil permettant d'extraire l'huile d'un mélange vapeur-gaz

5 La présente invention concerne un procédé et un appareil permettant d'extraire l'huile d'un mélange vapeur-gaz qui est obtenu au moyen de la pyrolyse d'un matériau contenant un hydrocarbure, tel que du schiste bitumineux, dans lesquels le mélange vapeur-gaz généré dans la pyrolyse qui contient plusieurs fractions d'huile est dépoussiéré et les fractions d'huile sont séparées en fonction de leur température de condensation.

10

Afin d'obtenir de l'huile du schiste bitumineux, le schiste bitumineux est directement chauffée par un fluide caloporteur chaud (cendres) à une température d'environ 500°C dans un four rotatif. Par ceci, l'huile s'évapore du schiste bitumineux en formant le mélange que l'on appelle vapeur-gaz (MVG). Le mélange vapeur-gaz (un gaz contenant également des particules fines) est ensuite trempé dans une unité de condensation pour extraire l'huile. Cette huile contient un matériau particulaire (particules fines) qui sont traditionnellement séparées de l'huile dans un épurateur. Les particules de poussières collectées par les gouttelettes produites dans l'épurateur peuvent être trouvés dans l'huile refroidie au fond de l'épurateur. L'huile ainsi dépoussiérée est en outre traitée dans une colonne de rectification pour séparer les différentes fractions d'huile contenues dans l'huile de pyrolyse en fonction de leur point d'ébullition à une distillation multiple.

15

25 La rectification est une procédure standard et décrit, par exemple, dans Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Distillation, chapter 4 Rectification (Multi-stage Distillation), Weinheim 2010, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KG aA, DOI: 10.1002/14356007.B03_04. pub2. Il existe cependant plusieurs problèmes dans le contrôle de la séparation par fractionnement de manière adéquate dans la colonne de rectification. Les colonnes de rectification fonction-

30

ment généralement avec une quantité importante de reflux en réduisant la productivité. En outre, en raison des matrices fournies au cours des étapes de rectification, il y a une perte de pression importante sur la colonne.

5 L'objectif de la présente invention est de fournir une production plus efficace de l'huile de schiste bitumineux ou analogues. En particulier, la séparation des fractions d'huile souhaitées contenues dans le mélange vapeur-gaz par pyrolyse sera optimisée.

10 Selon la présente invention, il est fourni un procédé comprenant les caractéristiques de la revendication 1, dans lequel le MVG dépoussiéré est refroidi et, par la suite, fractionné au cours d'au moins deux étapes d'un séparateur électrosta-
15 tique à une température qui est appropriée pour le point d'ébullition de la fraction d'huile respective devant être séparée. L'invention, par conséquent, remplace la colonne de rectification standard par plusieurs séparateurs électrosta-
tiques et refroidisseurs. Le refroidissement et la précipitation des aérosols par les dépoussiéreurs électrostatiques assurent la capture de la quasi-totalité des
20 gouttelettes d'huile de condensat de la fraction d'huile souhaitée sans dépense d'énergie supplémentaire. Par rapport à la colonne de rectification standard, les séparateurs électrostatiques ne nécessitent aucune reflux ou au moins moins de
reflux de telle manière que l'appareil puisse être construit plus petit et rend le
procédé plus efficace. En outre, l'appareil n'a pas besoin de contenir des ma-
trices et la chute de pression est beaucoup plus petite.

25 Un séparateur électrostatique (ESP) est un dispositif de collecte de particules qui élimine les particules du MVG en utilisant la force de la charge électrosta-
tique induite.

30 Il convient de noter que, au lieu de l'huile de schiste, d'autres matériaux contenant des hydrocarbures tels que le sable de pétrole, la biomasse, les matières

plastiques, les résidus de pétrole, les huiles usagées, les matériaux contenant des graisses animales, ou les matériaux contenant de l'huile végétale peut être utilisée pour le procédé de la présente invention telle que tant qu'un mélange vapeur-gaz contenant des fractions d'huile peut être produit par la pyrolyse de ladite matière. De préférence, le matériau hydrocarboné contient 8 à 80% en poids d'hydrocarbures.

En fonction du nombre de fractions d'huile souhaitées, la quantité de refroidisseurs et des séparateurs électrostatiques peut être ajusté pour définir les fractions d'huile en fonction de leurs points d'ébullition.

Selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, le mélange vapeur-gaz comprend 40 à 90% en poids d'hydrocarbures C_{5+} , 4,5 à 40% en poids d'hydrocarbures C_{4+} , de 0,01 à 30% en poids de fractions non condensables (par exemple des gaz tels que H_2 , N_2 , H_2S , SO_2 , NO , etc.) et de 5 à 30% en poids d'eau. De préférence, la composition du mélange vapeur-gaz est comme suit : 55 à 85% en poids d'hydrocarbures C_{5+} , 7 à 25% en poids d'hydrocarbures C_{4+} , 0,1 à 15% en poids de fractions non condensables et de 7 à 20% en poids d'eau, plus préférablement la composition du mélange vapeur-gaz est comme suit : 60 à 80% en poids d'hydrocarbures C_{5+} , 13 à 22% en poids d'hydrocarbures C_{4+} , 0,3 à 10% en poids de fractions non condensables et de 7 à 15% en poids d'eau. Dans l'étape de dépoussiérage avant les séparateurs électrostatique la poussière contenue dans l'huile de pyrolyse initiale est sensiblement éliminée de manière à ce que le MVG entrant dans l'étape de fractionnement a de préférence une teneur en poussières de <30 ppm.

De préférence, le séparateur électrostatique est actionné à une tension de 5 à 120 kV.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la tension imposée par l'électrode de commande du séparateur électrostatique est contrôlée individuellement pour chaque étape de fractionnement de manière à ce qu'une tension d'électrode optimale soit fournie en fonction de la composition du gaz, qui peut
5 changer d'une étape à l'autre.

Le refroidissement du MVG peut être réalisé dans un dispositif de refroidissement séparé ou dans le séparateur électrostatique. De préférence, un refroidissement indirect avec de l'eau ou de l'air est fourni. Pour le refroidissement
10 direct, de l'huile peut être injectée dans le MVG.

Le MVG peut être introduit dans une étape du séparateur électrostatique en haut ou en bas de manière à ce qu'un fonctionnement co-courant ou à contre-courant soit possible.
15

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, une partie de l'huile retirée du séparateur électrostatique est recyclée dans le séparateur électrostatique pour le refroidissement du MVG directement à l'intérieur du séparateur.

20 Afin de garantir une très faible teneur en poussière du MVG entrant dans l'étape de fractionnement, le dépoussiérage du MVG provenant de la pyrolyse est effectué dans un séparateur électrostatique fonctionnant à une température de 380 à 480°C. Ce séparateur électrostatique est utilisé à l'état sec à une température supérieure à la température de condensation de l'huile de manière à ce
25 que la poussière soit séparée sans aucune condensation d'huile. Cela permet de réduire sensiblement la contamination du produit (huile de pyrolyse), de manière à ce que les résultats de fractionnement ultérieures soient de qualité supérieure. Le séparateur électrostatique est un dispositif de filtration hautement efficace qui empêche de manière minimale le flux de gaz à travers le séparateur
30 et peut facilement enlever les fines particules de poussière du MVG. Pour

mettre en œuvre la présente invention, le séparateur électrostatique peut être un tube, un plat ou un séparateur en chambre, parmi lesquels un séparateur tubulaire est préféré. Généralement, la présente invention peut, cependant, également être utilisée avec des techniques de dépoussiérage standard, tels
5 qu'un épurateur ou un dispositif de filtration à chaud comme des bougies céramiques ou métalliques ou autres résistantes à la chaleur.

L'invention a également pour objet un dispositif pour séparer l'huile à partir d'un mélange vapeur-gaz obtenu par la pyrolyse d'une matière contenant des hydrocarbures, comme les schistes bitumineux, qui est adapté pour exécuter un
10 procédé tel que décrit ci-dessus et comprend une étape de dépoussiérage pour éliminer la poussière à partir du MVG et une étape de séparation pour séparer des fractions d'huile du MVG en fonction de leurs points d'ébullition. Selon l'invention, le dispositif comprend au moins deux étapes de séparateur électros-
15 tatique chacune associée à un étape de refroidissement et fonctionnant à une température adaptée pour le point d'ébullition de la fraction d'huile respective à séparer.

Dans un mode de réalisation, chaque séparateur électrostatique est associé à
20 un dispositif de refroidissement séparé.

De préférence, la distance entre l'électrode et les parois du séparateur est de 100 à 1000 mm, de préférence de 200 à 600 mm.

Dans un autre mode de réalisation préféré, le séparateur électrostatique est formé comme une colonne de condensation, comprenant une électrode pour chaque étape de fractionnement. De ce fait, une structure compacte est possible, tandis que les électrodes séparées fournissent une définition efficace du fractionnement dans les différentes étapes.
30

Dans la colonne de condensation, le séparateur électrostatique comprend un certain nombre de bacs correspondant au nombre de fractions d'huile à séparer, de telle manière à ce que ces fractions d'huile puissent être saisies et retirées de manière fiable.

5

Il est préférable que le séparateur électrostatique ait des parois de refroidissement (avec/sans augmentation de surface), qui assistent ou remplacent les refroidisseurs séparés. De ce fait, une structure plus compacte est possible.

10 L'invention sera maintenant décrite en plus de détails sur la base des modes de réalisation préférés et des dessins.

Dans le dessin :

15 La Figure 1 est une vue de schématique d'un appareil selon un premier mode de réalisation préféré de la présente invention ;

La Figure 2 est une modification de l'appareil selon le premier mode de réalisation,

20

La Figure 3 est le résultat d'une distillation simulée sur la base de l'appareil selon la Fig. 2,

25

La Figure 4 est un appareil selon un deuxième mode de réalisation préféré de la présente invention ;

La Figure 5 est une modification de l'appareil selon le deuxième mode de réalisation,

La Figure 6 est le résultat d'une distillation simulée sur la base de l'appareil selon la Fig. 5,

Dans le premier mode de réalisation de la présente invention tel que représenté à la Fig. 1 un appareil destiné à extraire une huile comprend un premier séparateur électrostatique (ESP) 1 pour le dépoussiérage d'un mélange vapeur-gaz (MVG) obtenu par la pyrolyse des schistes bitumineux ou de tout autre matériau approprié. Le séparateur électrostatique 1 fonctionne à une température de 380 à 480°C, et une tension de 5 à 120 kV est imposée par une électrode 2. Ainsi, la poussière est séparée de la vapeur d'huile et se dépose sur les parois du tube d'où elle peut être éliminée par cliquetis ou d'autres mesures mécaniques appropriées. La poussière est retirée à travers la ligne 3. Le séparateur électrostatique 1 peut avoir un ou plusieurs étapes et combiner des séparateurs électrostatiques secs et humides.

A la suite de l'étape de dépoussiérage dans le séparateur électrostatique 1 plusieurs étapes de fractionnement sont prévues pour séparer l'huile de pyrolyse obtenue à partir de l'étape de dépoussiérage en diverses fractions d'huile. Chacun des dites étapes de fractionnement comprend un refroidisseur 4 et un séparateur électrostatique ultérieur 5. Les séparateurs électrostatiques sont de préférence exploités comme des séparateurs électrostatiques humides. Les séparateurs humides sont utilisés à une température inférieure à la température de condensation des hydrocarbures contenus dans le gaz. Alors que le MVG refroidit, de petites gouttelettes condensées sont formées qui sont dispersés sous forme d'aérosols dans le courant de gaz. La partie principale des gouttelettes condensées sont recueillies sur la surface du refroidisseur, les gouttes restantes dans le courant de gaz, étant assez petit, passent à travers le refroidisseur. Après leur chargement par l'intermédiaire de l'électrode, elles sont séparées à la contre-électrode. Ainsi, les séparateurs électrostatiques humides précipitent tous les composants humides/condensé à partir du gaz. Les sépara-

teurs électrostatiques 5 sont des filtres tubulaires dans lesquels une distance appropriée entre l'électrode 7 induisant le champ électrique et les parois du séparateur 5a est de 100 à 1000 mm, de préférence de 200 à 600 mm. Ceci dépend évidemment des dimensions du séparateur électrostatique.

5

Dans les refroidisseurs 4, le MVG est refroidi à une température correspondant au point d'ébullition/condensation de la fraction d'huile souhaitée. Par exemple, dans le premier stade de fractionnement (le refroidisseur 4.1 et le séparateur électrostatique 5.1) du MVG est refroidi à environ 270°C pour condenser une fraction d'huile lourde. Le séparateur électrostatique 5.1 fonctionne à une température constante de $\pm 10^\circ\text{C}$ de la température de refroidisseur en aval. La fraction d'huile qui se condense dans le dispositif de refroidissement 4.1 est accumulée et retirée par la conduite 6.1. Dans le séparateur électrostatique 5.1 une tension de 5 à 120 kV est imposée par une électrode 7.1. Le champ électrique ionise les gouttelettes améliorant ainsi le dépôt sur les parois de manière à ce que la fraction d'huile lourde condensée puisse être retirée via la conduite 8.

Le MVG restant est ensuite conduit à l'étape de fractionnement suivante qui correspond essentiellement à la première étape de fractionnement, mais fonctionne à une température inférieure correspondant à un point d'ébullition/condensation de la fraction d'huile lourde suivante. Le nombre des étapes de fractionnement 1 à n correspond au nombre des fractions d'huile dont la séparation est souhaitée. Les différences de température entre les étapes de fractionnement telles que déterminées par les refroidisseurs respectifs 4 et les séparateurs électrostatiques 5 est par exemple de 50°C. Il n'est cependant pas nécessaire que les intervalles de température entre les étapes de fractionnement soient réguliers. Il est tout aussi bien possible que des intervalles irréguliers soient choisis en fonction des fractions d'huile souhaitées.

30

Dans la modification du premier mode de réalisation selon la Fig. 2, les étapes de fractionnement sont représentées en plus de détails. La température des séparateurs électrostatiques 5.1 et 5.2 est maintenue par des éléments chauffants électriques respectifs 9 ou tout autre dispositif de chauffage approprié.

5

En aval de l'étape de dépoussiérage, le MVG dépoussiéré est refroidi dans le refroidisseur 4.1 par le refroidissement indirect de l'air avant d'entrer dans le premier séparateur électrostatique 5.1. Contrairement à ceci, en amont du refroidisseur 4.2, le deuxième séparateur électrostatique 5.2 est prévu en tant que refroidisseur indirect d'eau. Le milieu de refroidissement peut être choisie
10 selon les besoins.

Alors que la figure 2 présente deux étapes de précipitation électrostatique 5.1 et 5.2 seulement pour la séparation d'une fraction lourde et une fraction légère de l'huile de pyrolyse, il peut être facilement entendu que les étapes supplémentaires de refroidissement 4 et des séparateurs électrostatiques 5 peuvent être
15 prévus pour augmenter la sélectivité du fractionnement et pour obtenir plus de fractions de l'huile.

20 Dans le mode de réalisation selon la figure 4, le fractionnement du MVG dépoussiéré est effectué dans un séparateur électrostatique 10 réalisé sous la forme d'une colonne de condensation comprenant des électrodes 11 pour chaque étape de fractionnement.

25 Le gaz du MVG sortant de l'étage de dépoussiérage 1 est introduit dans la partie inférieure 12 du séparateur électrostatique 10. De là, il pénètre dans la première étape de précipitation électrostatique où il est refroidi à une température prédéterminée, par exemple par injection d'huile recyclée ou par refroidissement des parois ou des éléments, de manière à ce qu'une fraction d'huile
30 lourde est condensée et recueillie sur un plateau 13.1 et retirée de la colonne.

Le MVG restant est introduit dans la prochaine étape, à une température inférieure prédéterminée pour condenser la fraction d'huile suivante souhaitée, qui est recueillie sur le plateau 13.2 et retirée de la colonne. Le MVG restante alors est introduit dans l'étape suivante qui est réalisée à une température prédéterminée pour la condensation d'une fraction d'huile à point d'ébullition élevé (fraction d'huile légère) qui est collectée sur le plateau 13.3 et retirée de la colonne. Le gaz d'échappement est retiré à travers la conduite 14.

Pour chaque étape du séparateur électrostatique 10 une électrode 11 est fournie qui impose une tension appropriée adaptée à la composition des gaz dans l'étape respective, en général entre 5 et 120 kV.

La figure 5 présente une structure plus détaillée du séparateur électrostatique 10. Par souci de simplification, seules deux étapes de fractionnement sont présentées pour retirer un courant d'huile lourde et un courant d'huile légère.

Le MVG dépoussiéré est introduit dans la partie inférieure 12 du séparateur électrostatique 10. L'huile lourde collectée au fond du séparateur électrostatique 10 est retirée au moyen d'une pompe 15.1 et refroidie dans un refroidisseur indirect à l'eau 16.1. Le flux de l'huile est ensuite séparé en un flux de produit retiré par la conduite 17.1 et un courant de recyclage recyclé à la colonne via la conduite de recyclage 18.1 et introduit dans le séparateur électrostatique à travers la buse de 19.1 pour refroidir le MVG introduit dans le séparateur électrostatique 10. Ainsi, la fraction d'huile lourde se condense et est collectée au fond de la colonne et retirée par la pompe 15.1. Le MVG restant entre dans la partie supérieure 20 du séparateur électrostatique 10 à environ 270°C. Dans une structure similaire à la partie inférieure 12, la fraction d'huile se condensant dans la partie supérieure 20 du séparateur électrostatique est collectée sur un plateau 21 et retirée par la pompe 15.2 et indirectement refroidie dans le refroidisseur 16.2 à la température ambiante. Là encore, le courant d'huile est divisé

en un flux de produit retiré par la canalisation 17.2 et un courant de recyclage au séparateur électrostatique par l'intermédiaire de la buse 19.2 pour refroidir le MVG entrant à partir de la partie inférieure 12. Le gaz d'échappement est retiré à travers la conduite 14.

5

Les électrodes 11 sont montés de manière centrale sur le plafond 22 du séparateur électrostatique 10 et s'étendent jusque dans la partie respective 12, 20 du séparateur électrostatique. L'électrode 11.1 et 11.2 sont séparés l'une de l'autre par un isolateur 23.

10

Alors que dans la figure 5 seulement deux parties 12, 20 du séparateur électrostatique 10 sont présentées pour l'obtention d'une fraction d'huile lourde et une fraction d'huile légère, il peut être facilement compris que des pièces supplémentaires peuvent être prévues afin d'augmenter la sélectivité du séparateur électrostatique 10 et obtenir des fractions d'huile supplémentaires.

15

L'invention sera maintenant expliquée en plus de détails au moyen d'exemples qui sont basés sur les unités de recherche selon les figures 2 et 5, respectivement.

20

Exemple 1 (basé sur Fig. 2)

Tableau 1: Mélange vapeur-gaz MVG

Composition du MVG avant le séparateur électrostatique 5

H ₂	6,2	g/h
Méthane	13	g/h
CO	9,6	g/h
CO ₂	128	g/h
Ethylène + Ethane	17	g/h
Propylène + Propane	14	g/h
HC ₄ à HC ₆	23,6	g/h
Eau	110	g/h
Huile de pyrolyse condensée à 23°C	310	g/h

Le mélange vapeur-gaz (MVG) est produit par pyrolyse du type de schiste bitumineux I puis est dépoussiéré. La composition du MVG est présentée dans le tableau 1. Le flux de MVG dépoussiéré entre dans le refroidisseur d'air indirect 4 à 430°C et est refroidi à 280°C. En raison du refroidissement à 280°C les composants plus lourds du flux du MVG se condensent. Une partie de la phase condensée se sépare du flux de gaz dans le refroidisseur, mais une fraction importante de la phase condensée quitte le dispositif de refroidissement sous forme d'un aérosol fin. L'aérosol fin est ensuite séparé par le séparateur électrostatique 5. La température du séparateur électrostatique est commandé par un dispositif de chauffage de trace électrique de 9 à 280°C. La tension appliquée aux électrodes 7 est contrôlée entre 5 kV et 20 kV. Une fraction lourde de l'huile de pyrolyse de 37 g/h (12 pds-% du total des huiles collectées) a été collecté par l'air froid 4.1 et séparateur électrostatique 5.1.

Le MVG restant est ensuite refroidi à 23°C et entre dans un séparateur électrostatique tubulaire 5.2 qui est également actionné à 23°C. La tension appliquée aux électrodes 7 est contrôlée entre 5 kV et 20 kV. Une fraction légère de l'huile de pyrolyse de 275 g/h (88 poids -.% du total des huiles collectées) est collectée.

La figure 3 présente les résultats de la distillation simulée de la fraction d'huile lourde et légère. Les résultats mettent en évidence les différences élevées des courbes du point d'ébullition pour les deux fractions d'huiles obtenues.

Exemple 2 (basé sur Fig. 5)

**Tableau 2 : Mélange vapeur-gaz MVG
Composition du MVG dépoussiéré**

H ₂	14	g/h
Méthane	24	g/h
CO	16	g/h
CO ₂	240	g/h
Ethylène + Ethane	38	g/h
Propylène + Propane	26	g/h
HC ₄ à HC ₆	51	g/h
Eau	400	g/h
Huile de pyrolyse condensée à 23°C	580	g/h

5

Le mélange vapeur-gaz (MVG) est produit par pyrolyse du type de schiste bitumineux I puis est dépoussiéré. La composition du MVG est présentée dans le tableau 2. Le flux de MVG dépoussiéré entre dans la partie inférieure 12 de l'unité de condensation 10. L'unité de condensation est un séparateur électrostatique à disposition tubulaire. Une tension de 12 à 17 kV est appliquée à l'électrode de 11.1. Le MVG est refroidi à environ 270°C par le flux de recyclage de l'huile lourde qui est injecté par la buse 19.1. Le brouillard d'huile lourde injecté et la fraction plus condensée du MVG sont séparés du flux de gaz par le champ électrique. Une pompe 15.1 pompe l'huile lourde à la buse 19.1. Après le refroidisseur à eau indirect 16.1 une certaine fraction de l'huile lourde est retirée en tant que flux de produits d'huile lourde. La fraction restante est recyclée à travers la buse de 19.1 au séparateur électrostatique 10.

Le MVG restant entre dans la partie supérieure 20 du séparateur électrostatique 10 à environ 270°C. Une tension de 15 à 25 kV est appliquée à l'électrode 11.2. Le MVG restant est refroidi à environ 23°C par un flux de recyclage de l'huile légère qui est injecté par la buse 19.2 dans l'unité de condensation. Le brouillard d'huile lourde injecté et la fraction plus condensée du MVG sont séparés du flux de gaz par le champ électrique. Une pompe 15.2 pompe l'huile légère à la

buse 19.2 à travers le refroidisseur 16.2. Après le refroidisseur à eau indirect 16.2 une certaine fraction de l'huile légère est retirée en tant que flux de produits d'huile légère. La fraction restante est recyclée à travers la buse de 19.2 au séparateur électrostatique 10. Le gaz d'échappement quitte l'unité de con-
5 densation à travers le conduit 14. Un flux de 400 g/h d'eau de pyrolyse est évacué, ce qui forme une phase séparée dans la fraction d'huile obtenue et peut être séparée par des techniques connues comme la décantation ou similaire.

Un flux de produit d'huile légère (conduite 17.2) de 500 g/h (86% du total des
10 huiles collectées) et un flux de produit de l'huile lourde (conduite 17.1) de 80 g/h (14% du total des huiles collectées) sont collectées.

Les résultats de la distillation simulée du produit de l'huile légère et lourde sont
15 affichés dans la figure 6.

Numéro de référence

	1	séparateur électrostatique
	2	électrode
5	3	conduite
	4	refroidisseur
	5	séparateur électrostatique
	5a	paroi de séparateur
	6	conduite
10	7	électrode
	8	conduite
	9	chauffage électrique à la trace
	10	séparateur électrostatique (colonne de condensation)
	11	électrode
15	12	partie inférieure du séparateur électrostatique 10
	13	plateau
	14	conduite (gaz d'échappement)
	15	pompe
	16	refroidisseur
20	17	conduite
	18	conduite de recyclage
	19	buse
	20	partie supérieure du séparateur électrostatique 10
	21	plateau
25	22	plafond
	23	isolant

ESP séparateur électrostatique

MVG mélange vapeur-gaz

30

Revendications :

1. Procédé permettant d'extraire l'huile d'un mélange vapeur-gaz (MVG) qui est obtenu au moyen de la pyrolyse d'un matériau contenant un hydrocarbure, tel que du schiste bitumineux, le MVG qui contient plusieurs fractions d'huile est dépoussiéré et les fractions d'huile sont séparées en fonction de leur température de condensation, **caractérisé en** ce que le MVG dépoussiéré est refroidi et ultérieurement fractionné en au moins deux étapes de séparateur électrostatique à une température adaptée au point d'ébullition de la fraction d'huile respective à séparer.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en** ce que le MVG comprend 10 à 90 % en poids d'hydrocarbures C_{5+} , 4,5 à 40 % en poids d'hydrocarbures C_{4-} , 0,01 à 30 % en poids de fractions non condensables et 2 à 30 % en poids d'eau.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en** ce que le séparateur électrostatique est actionné à une tension entre 5 et 120 kV.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en** ce que la tension imposée par l'électrode du séparateur électrostatique est individuellement contrôlée pour chaque étape de fractionnement.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en** ce que le MVG est refroidi à l'intérieur du séparateur électrostatique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en** ce que le MVG est introduit dans l'étape du séparateur électrostatique du dessus ou d'en dessous.
- 5 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en** ce qu'une partie de l'huile retirée du séparateur électrostatique est recyclée au séparateur électrostatique pour refroidir le MVG.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en** ce qu'avant le fractionnement le MVG est dépoussiéré en un
10 séparateur électrostatique fonctionnant à une température de 380 à 480°C.
9. Appareil pour extraire l'huile à partir d'un mélange vapeur-gaz (MVG) obtenu par la pyrolyse d'un matériau contenant des hydrocarbures, tel que le schiste bitumineux, particulièrement pour la réalisation d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une étape de dépoussiérage pour retirer la poussière du MVG et une
15 étape de séparation pour séparer des fractions d'huile du MVG sur la base de leurs points d'ébullition, **caractérisé par** au moins deux étapes de séparateur électrostatique (5, 12, 20) chacune associée à une étape de refroidissement et opéré à une température adaptée au point d'ébullition de la fraction d'huile respective à séparer.
20
- 25 10. Appareil selon la revendication 9, **caractérisé en** ce que chaque séparateur électrostatique (5) est associé à un refroidisseur séparé (4).
11. Appareil selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en** ce que dans le séparateur électrostatique (5) la distance entre l'électrode (7) et les parois du séparateur (5a) est de 100 à 1000 mm.
30

12. Appareil selon la revendication 9, **caractérisé en** ce que le séparateur électrostatique (10) est formé en tant que colonne de condensation comportant une électrode (11) pour chaque étape de fractionnement.
- 5
13. Appareil selon la revendication 12, **caractérisé en** ce que le séparateur électrostatique (10) comporte un nombre de plateaux (13) correspondant au nombre de fractions d'huile à séparer.
- 10
14. Appareil selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en** ce que le séparateur électrostatique (10) a des parois refroidies.
- 15
15. Appareil selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, **caractérisé en** ce que le séparateur électrostatique (1) fonctionnant à une température 380 à 480°C est fourni en aval de l'étape de fractionnement pour le dépoussiérage du MVG.

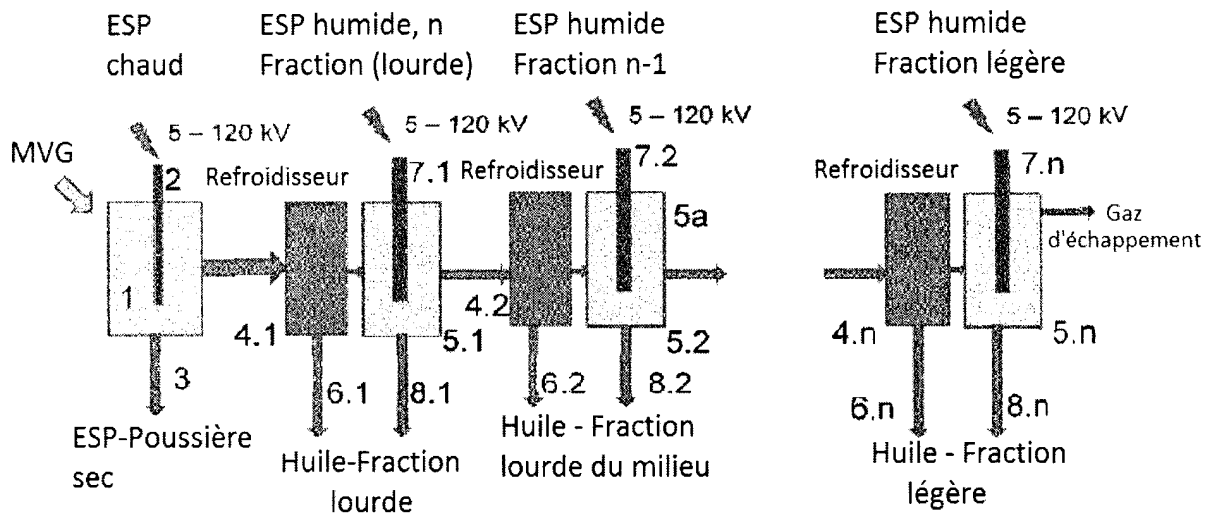


Fig. 1

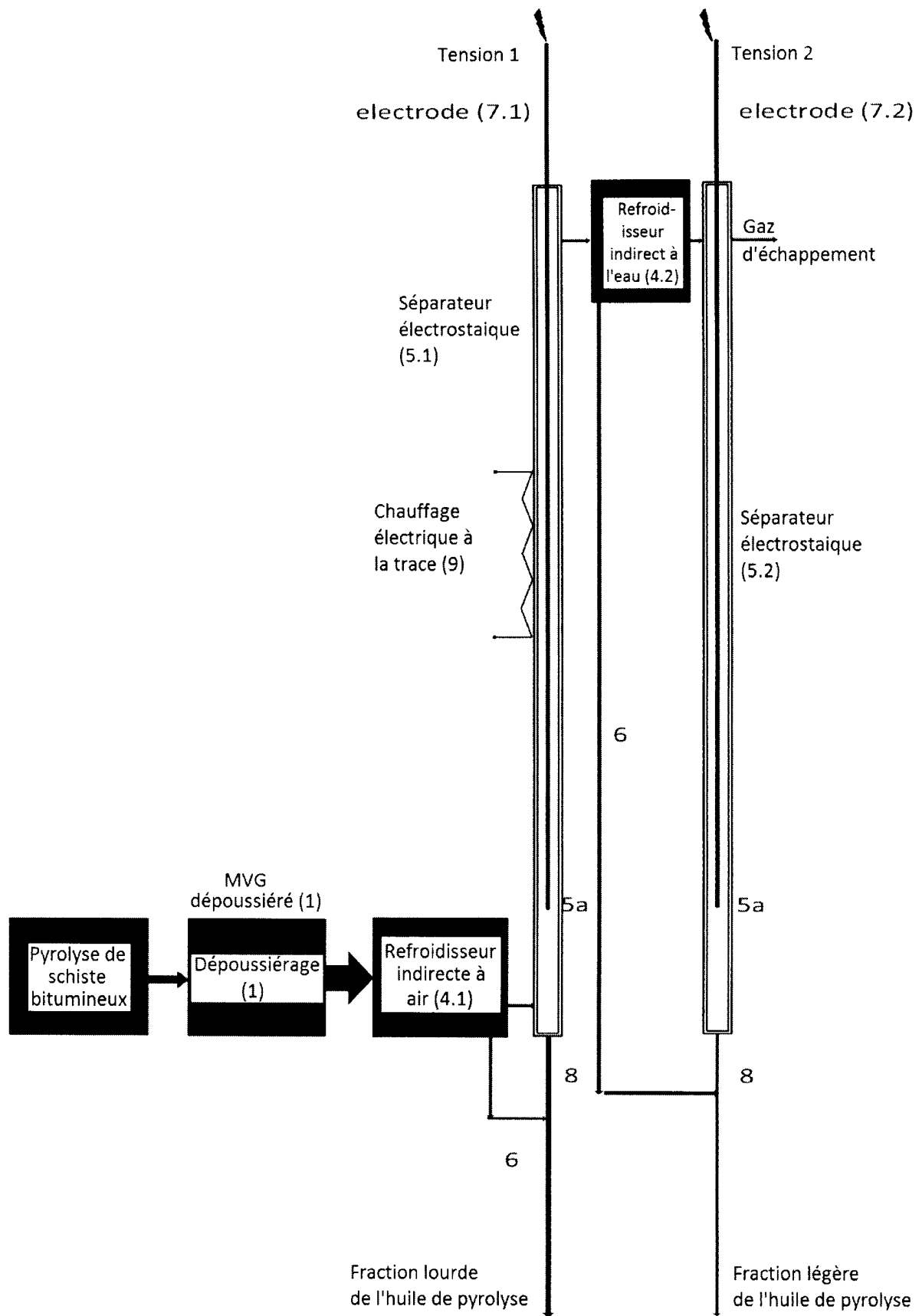


Fig. 2

Destillation simulée (DIN 15199-1)

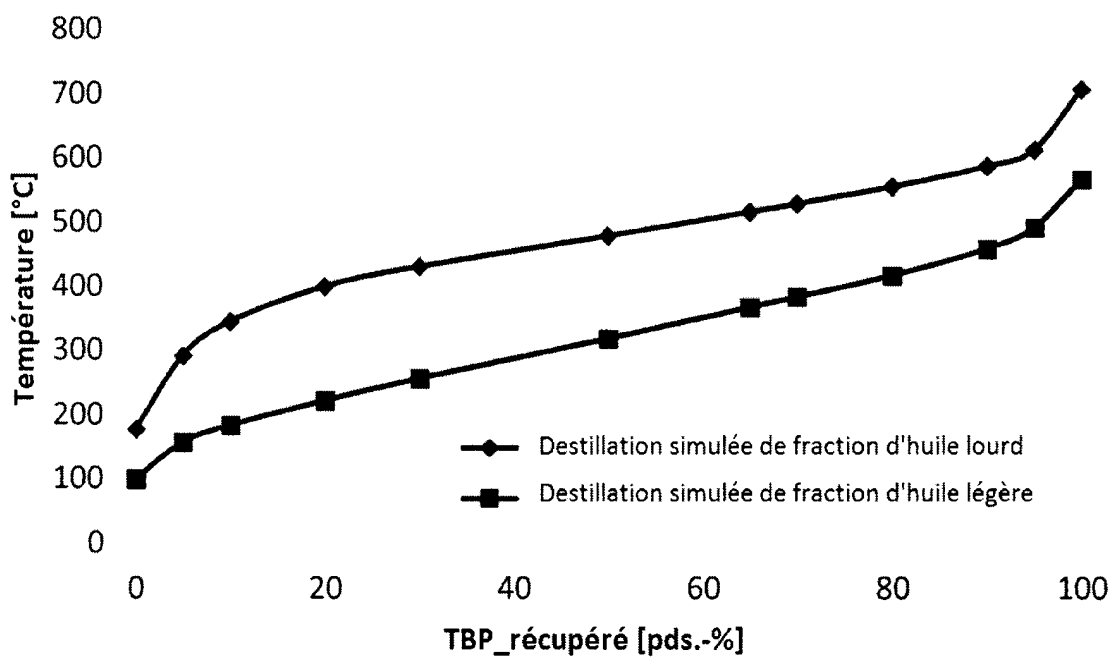


Fig. 3

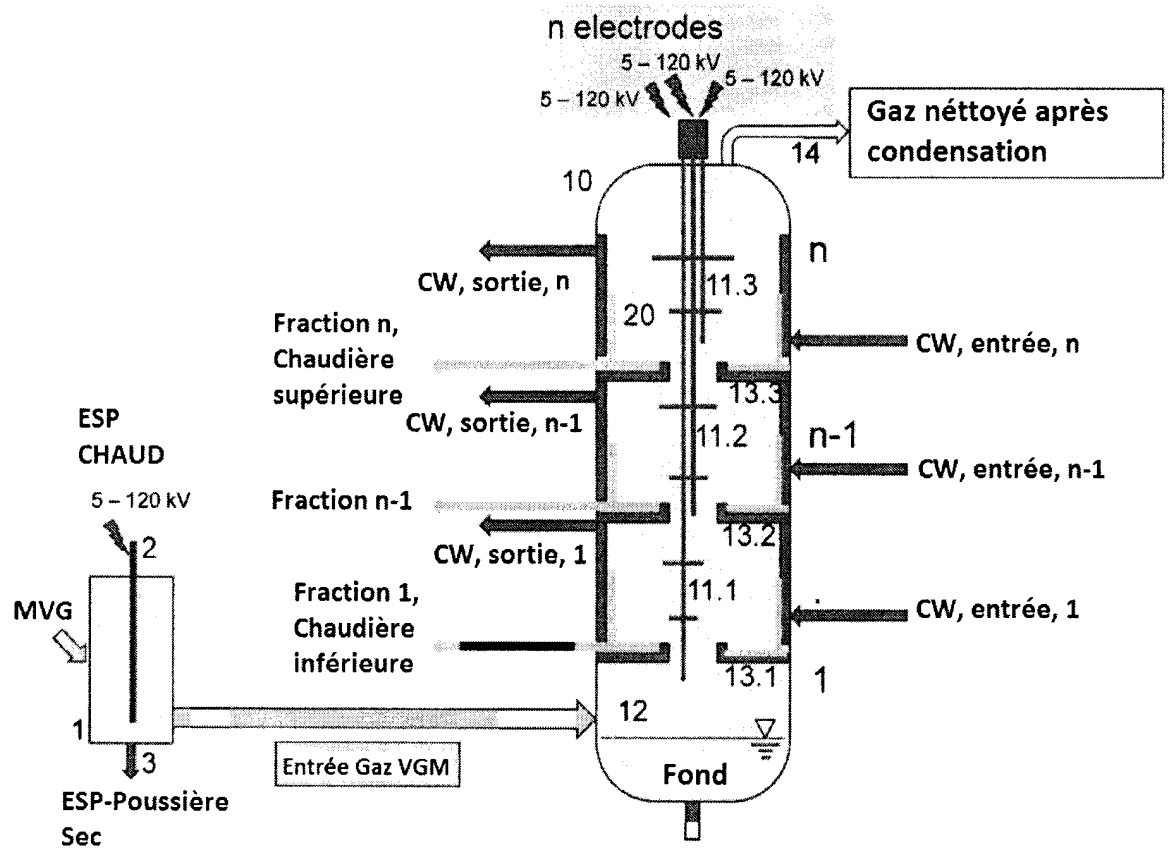


Fig. 4

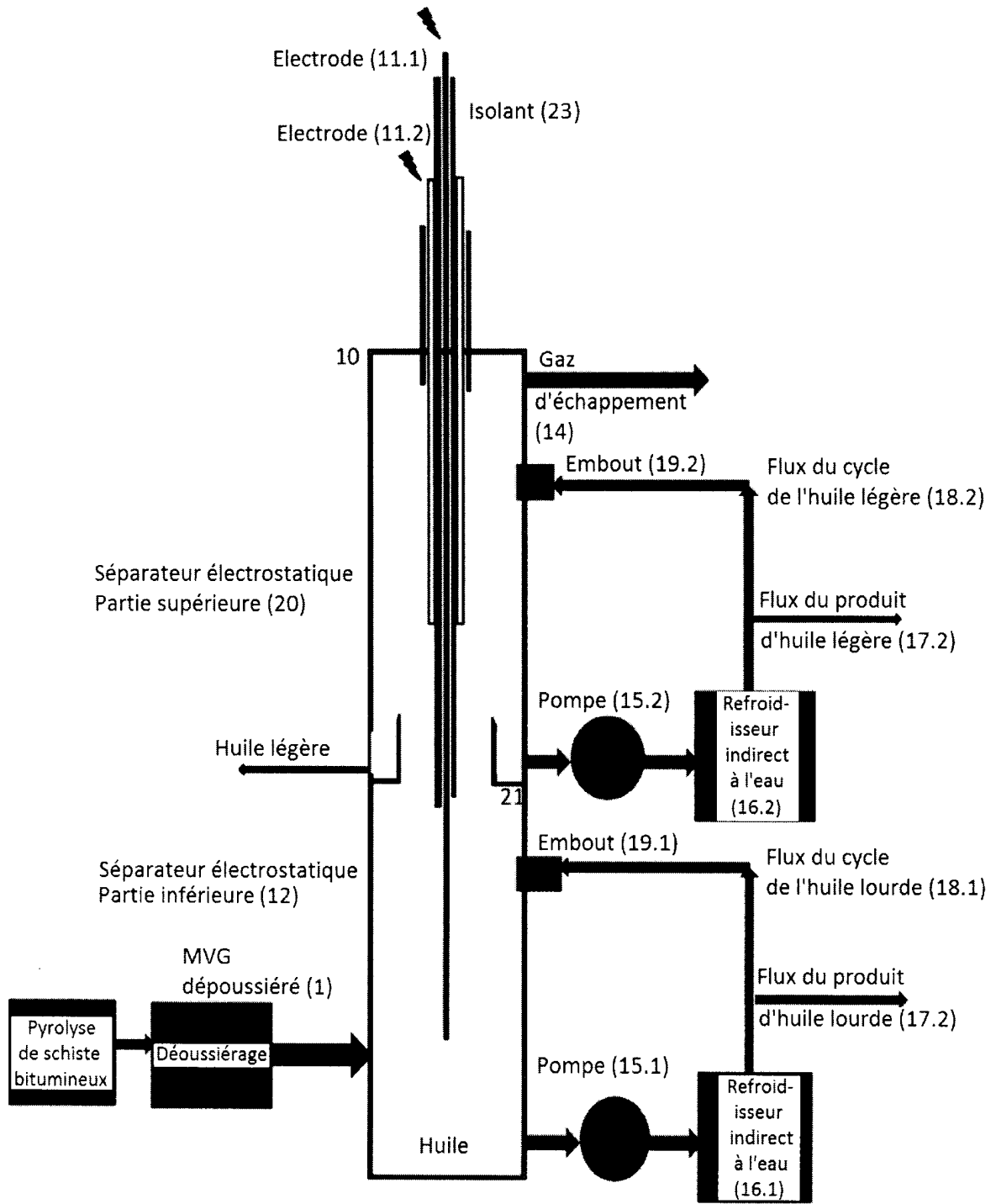


Fig. 5

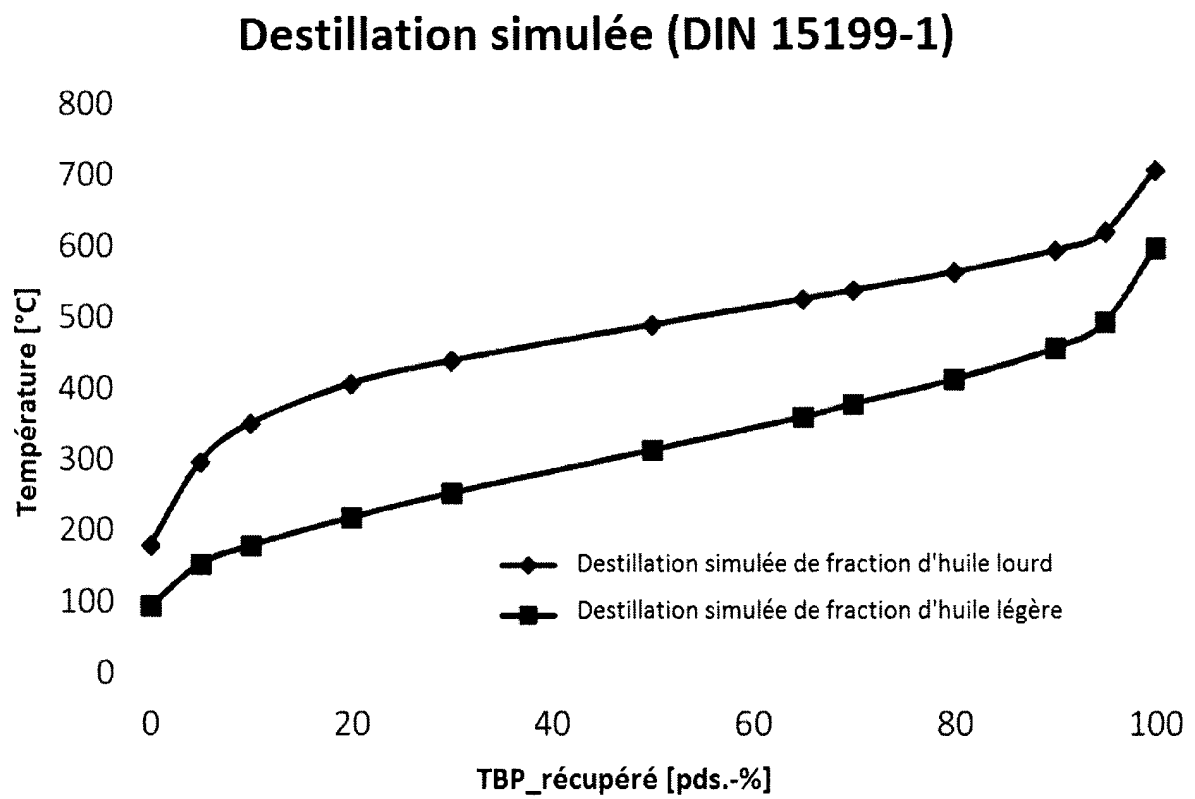


Fig. 6