

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 septembre 2015 (24.09.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/140111 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F22B 29/06 (2006.01) C02F 5/00 (2006.01)
B01D 1/00 (2006.01) C02F 5/08 (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01) C02F 9/00 (2006.01)
C02F 1/42 (2006.01) F22B 37/48 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01) F22D 11/00 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01) C02F 103/10 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)

(72) Inventeur : PEDENAUD, Pierre; 4 chemin de Ferre, F-64230 Lescar (FR).

(74) Mandataires : BLOT, Philippe et al.; Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75009 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2015/055451

(22) Date de dépôt international :

16 mars 2015 (16.03.2015)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

14 52419 21 mars 2014 (21.03.2014) FR

(71) Déposant : TOTAL SA [FR/FR]; 2 place Jean Millier La Défense 6, F-92400 Courbevoie (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : PROCESS FOR EXTRACTING HEAVY OILS AND FOR GENERATING STEAM

(54) Titre : PROCÉDÉ D'EXTRACTION D'HUILES LOURDES ET DE GÉNÉRATION DE VAPEUR D'EAU

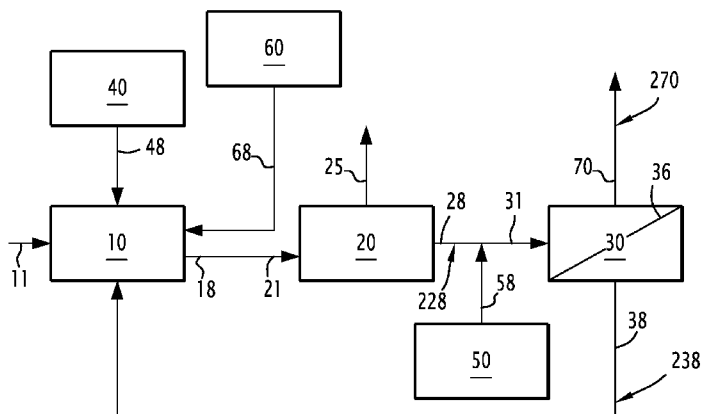


FIG.1

(57) Abstract : The present invention relates to a process for producing steam, in particular within the context of the extraction of heavy oils from soils, and also to a device or a facility using this process. The invention relates in particular to a process for producing steam comprising at least: (a) the production of water containing silica from a source (10) of water containing silica; (b) the addition of at least one silica precipitation inhibitor to the water containing silica prior to entry into a steam generator (20), using a source (40) of at least one silica precipitation inhibitor; (c) the supplying of water, containing silica and at least one precipitation inhibitor, to the steam generator (20) in order to generate, at the outlet of the generator, a stream of steam (25) and a purge of water (228); (d) the generation of a stream of steam (25) and of a purge water (228) in the generator (20); (e) the addition to the purge water (228) exiting the generator (20) of at least one silica precipitation agent, using at least one source (50) of at least one silica precipitation agent; (f) the treatment of the purge water (228) in at least one membrane filtration device (30) that filters the silica in order to generate (i) a permeate (238) of water sent to the source (10) of water containing silica and (ii) a retentate (270) of precipitated silica. The invention also relates to a facility that uses this process.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2015/140111 A1



LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues (règle 48.2.h))

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

La présente invention concerne un procédé de production de vapeur d'eau, notamment dans le cadre de l'extraction des huiles lourdes de sols, ainsi qu'un dispositif ou installation mettant en œuvre ce procédé. L'invention concerne en particulier un procédé de production de vapeur d'eau comprenant au moins : (a) la production d'eau contenant de la silice à partir d'une source (10) d'eau contenant de la silice; (b) l'ajout d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice à l'eau contenant de la silice préalablement à l'entrée dans un générateur de vapeur d'eau (20), à partir d'une source (40) d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice; (c) la fourniture de l'eau, contenant de la silice et au moins un inhibiteur de précipitation, au générateur de vapeur d'eau (20) pour générer en sortie du générateur un flux de vapeur d'eau (25) et une purge d'eau (228); (d) la génération d'un flux de vapeur d'eau (25) et d'une eau de purge (228) dans le générateur (20); (e) l'ajout à l'eau de purge (228) sortant du générateur (20) d'au moins un agent de précipitation de silice, à partir d'au moins une source (50) d'au moins un agent de précipitation de silice; (f) le traitement de l'eau de purge (228) dans au moins un dispositif de filtration (30) par membrane filtrant la silice pour générer (i) un perméat (238) d'eau dirigé vers la source (10) d'eau contenant de la silice et (ii) un rétentat (270) de silice précipitée. L'invention concerne également une installation mettant en œuvre ce procédé.

Procédé d'extraction d'huiles lourdes et de génération de vapeur d'eau

La présente invention concerne un procédé de production de vapeur d'eau, notamment dans le cadre de l'extraction d'huiles lourdes de sols, ainsi qu'un dispositif ou
5 installation mettant en œuvre ce procédé.

État de la technique

Dans le cadre des technologies de production d'huiles lourdes, de bitume ou de sables bitumineux, les procédés d'injection de vapeur avec recyclage de l'eau de
10 production, plus précisément nommés les procédés « Huff and Puff » et les procédés de drainage par gravité au moyen de la vapeur (DGMV ou SAGD « steam assisted gravity drainage ») sont parmi les plus aboutis et les plus utilisés dans l'industrie pétrolière. Ces procédés nécessitent l'injection de quantités énormes d'eau sous forme de vapeur d'eau pour extraire ces huiles lourdes à partir des sables pétrolifères ou des bitumes enfouis
15 dans les sols; par exemple pour le Huff and Puff, on peut utiliser de l'ordre de 4 barils d'eau pour un baril de bitume lourd produit. Pour le SAGD, ce ratio entre la quantité de vapeur injectée et la production de brut extra lourd est généralement de 2 à 3. Compte tenu des contraintes de coût et d'environnement, il est nécessaire de traiter l'eau de production et d'en recycler le plus possible. Cette eau doit être traitée de manière à
20 pouvoir être utilisée dans les générateurs de vapeur des procédés DGMV où elle est vaporisée, puis injectée dans les puits d'injection vapeur. Les générateurs de vapeur utilisés couramment dans l'industrie pétrolière sont des chaudières à une passe et à conduite forcée (OTSG - « Once-Through Steam Generator »). Dans ces chaudières, l'eau est partiellement vaporisée de manière à concentrer les minéraux dans une fraction
25 non vaporisée, appelée eau de purge ou « blowdown ». Par rapport aux chaudières à évaporation totale de l'eau, l'utilisation de ces chaudières est intéressante car elles sont moins chères, elles demandent une maintenance faible et permettent une économie sur le traitement des eaux. Mais le principal problème de ces générateurs à évaporation partielle provient de la sursaturation en silice des eaux qui sont recyclées après avoir drainé les
30 bitumes ou bruts lourds et qui se sont fortement chargées en sels minéraux et en particulier en silice. La présence de cette forte concentration en silice qui peut atteindre jusqu'à des taux de 400mg/l ou plus, est la cause de dépôt dans les appareillages utilisés ou de colmatage dans les canalisations des générateurs de vapeur à évaporation partielle, ce qui augmentent les résistances thermiques locales et provoquent des
35 ruptures.

A ce jour, il est connu d'alimenter un générateur de vapeur d'eau dans le cadre d'extraction d'huiles lourdes, et en particulier un générateur de vapeur d'eau à circulation forcée avec une passe avec évaporation partielle, c'est-à-dire un générateur du type « OTSG », à partir d'eau de production des procédés du type SAGD. Il est par exemple connu du brevet FR 2 858 314 l'utilisation d'inhibiteurs de dépôt (ou autrement dit inhibiteur de précipitation) de silice, notamment, dans de tels dispositifs et procédés de génération de vapeur d'eau. Le taux de silice précipitée est notamment abaissé en amont de la chaudière pour la protéger des dépôts de silice, et il est possible d'augmenter la concentration acceptable de silice sans précipitation apparente dans les eaux de purge du générateur de vapeur et d'éviter les dépôts de silice dans les appareillages. Dans ce procédé la silice se retrouve alors concentrée dans la purge d'eau provenant du générateur de vapeur, couramment appelé « Blowdown ». Il est également connu de la demande internationale WO 2009/071981 un procédé et dispositif d'inhibition de silice et d'évaporation de la purge d'eau provenant du générateur (procédé « SIBE » - « Silica Inhibition and Blowdown Evaporation »). Dans ce procédé, le Blowdown est traité dans un évaporateur, un décanteur ou un cristalliseur, pour générer un flux de vapeur d'eau, notamment pour son recyclage au moins partiel vers l'eau contenant la silice en amont du générateur de vapeur. L'eau récupérée est alors suffisamment propre pour être recyclée en amont du générateur de vapeur, le concentrât sortant de l'évaporateur/décanteur/cristalliseur (contenant la silice et éventuellement d'autres sels précipités) peut être traité comme un déchet. Cependant ce procédé SIBE présente le désavantage d'être coûteux puisqu'il consomme une grande quantité d'énergie (dépenses d'exploitation (OPEX) et dépenses d'investissement de capital (CAPEX)).

But de l'invention

La présente invention a pour but de résoudre le problème technique consistant en limiter le coût d'un procédé industriel de génération de vapeur d'eau, principalement dans le cadre d'extraction d'huiles lourdes.

L'invention a notamment pour but de résoudre le problème technique consistant en limiter le coût d'un procédé SIBE tout en conservant un système de traitement de la silice protégeant les appareillages du dépôt de silice.

L'invention a notamment pour but de résoudre ces problèmes techniques lorsque l'appareillage comprend un générateur de vapeur OTSG.

L'invention a pour but de résoudre ces problèmes techniques de manière industrielle, fiable et respectueuse de l'environnement.

Résumé de l'invention

Le déposant résout les problèmes techniques exposés ci-dessus d'une manière industrielle, fiable et respectueuse de l'environnement en mettant en œuvre le procédé ou dispositif de l'invention.

5 L'invention concerne en particulier un procédé de production de vapeur d'eau comprenant au moins :

(a) la production d'eau contenant de la silice à partir d'une source (10) d'eau contenant de la silice ;

10 (b) l'ajout d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice à l'eau contenant de la silice préalablement à l'entrée dans un générateur de vapeur d'eau (20), à partir d'une source (40) d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice ;

(c) la fourniture de l'eau, contenant de la silice et au moins un inhibiteur de précipitation, au générateur de vapeur d'eau (20) pour générer en sortie du générateur un flux de vapeur d'eau (25) et une purge d'eau (228);

15 (d) la génération d'un flux de vapeur d'eau (25) et d'une eau de purge (228) dans le générateur (20) ;

(e) l'ajout à l'eau de purge (228) sortant du générateur (20) d'au moins un agent de précipitation de silice, à partir d'au moins une source (50) d'au moins un agent de précipitation de silice ;

20 (f) le traitement de l'eau de purge (228) dans au moins un dispositif de filtration (30) par membrane filtrant la silice pour générer (i) un perméat (238) d'eau dirigé vers la source (10) d'eau contenant de la silice et (ii) un rétentat (270) de silice précipitée.

25 L'invention concerne également plus particulièrement une installation de production de vapeur d'eau (1) comprenant au moins:

– un générateur de vapeur d'eau (20) comprenant au moins :

- une entrée d'eau (21),
- une sortie de vapeur d'eau (25), et
- une sortie d'eau de purge (28) ;

30 – une source (10) d'eau contenant de la silice en communication (18) avec une entrée d'eau (21) du générateur de vapeur (20) ;

– une source (40) d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice en communication (48) avec la source (10) d'eau contenant la silice ;

35 – une source (50) d'au moins un agent de précipitation de la silice en communication (58) avec la sortie d'eau de purge (28) du générateur de vapeur d'eau (20) en amont d'une entrée (31) d'un dispositif de filtration (30),

- un dispositif de filtration (30) de silice précipitée comprenant au moins :
 - une membrane (36) filtrant la silice précipitée,
 - une entrée (31) d'eau de purge provenant du générateur de vapeur d'eau (20),
- une sortie (38) d'eau du dispositif de filtration de silice,
- une purge (70) de silice précipitée,
- la sortie (38) d'eau du dispositif de filtration de silice étant en communication avec la source (10) d'eau contenant de la silice,
- ladite sortie d'eau de purge (28) du générateur de vapeur (20) étant en communication avec une entrée du dispositif (30) de filtration de silice précipitée.

Une installation et un procédé selon l'invention permettent de limiter le coût d'un procédé industriel de génération de vapeur d'eau, principalement dans le cadre des extractions d'huiles lourdes, et plus particulièrement de limiter le coût d'un procédé utilisant un OTSG et encore plus spécifiquement mettant en œuvre un procédé SIBE tout en conservant un système de traitement de la silice protégeant les appareillages du dépôt de silice.

Plus spécifiquement, l'invention présente l'avantage technique d'être moins coûteuse que les installations et procédés mis en œuvre jusqu'à ce jour industriellement. L'invention permet notamment avantageusement de conserver une grande quantité de silice dans les flux traités et recyclés dans le procédé. L'invention présente également l'avantage de proposer un équipement moins volumineux et donc moins consommateur d'espace d'une usine. Par ailleurs, l'installation selon l'invention présente l'avantage technique d'être plus facile et moins coûteuse à installer que les dispositifs connus antérieurement. L'invention présente également l'avantage technique d'éliminer la silice précipitée sur un volume de flux faible, et plus spécifiquement au niveau de la purge d'eau liquide d'un générateur de vapeur, de préférence d'un OTSG.

On peut se référer notamment à la figure 1 à titre d'exemple illustratif d'un tel procédé et installation.

Ce procédé et cette installation sont particulièrement mis en œuvre dans le cadre d'un procédé et d'une installation d'extraction d'huiles lourdes par drainage par gravité au moyen de la vapeur (SAGD).

Avantageusement, la génération d'un flux de vapeur d'eau (25) et de l'eau de purge (228) selon l'étape (d) s'effectue dans une installation de type à circulation forcée à une passe avec évaporation partielle (OTSG). Selon un mode de réalisation particulier, la source d'eau 10 de production comprend un ou plusieurs récipients ou réservoirs de stockage de ladite eau contenant la silice.

Avantageusement, la source 10 d'eau contenant la silice est issue d'un procédé d'extraction d'huiles lourdes, de préférence par vapeur d'eau, et encore de préférence par SAGD. De préférence, l'eau contenant la silice a été préalablement traitée dans un dispositif de séparation des huiles de l'eau. Un tel dispositif de séparation de l'eau permet de générer un flux contenant les huiles lourdes 135 et un flux d'eau contenant de la silice 138 sensiblement exempt d'huiles lourdes.

Par huiles lourdes, on entend en particulier des composés organiques hydrocarbonés provenant par exemple de sol, et plus particulièrement de formations souterraines. Les huiles lourdes sont généralement définies par différents paramètres dont par exemple :

- la viscosité, qui est généralement très élevée, souvent de 0.1 à 1000 Pa.s à 25°C et 101325Pa. (Par exemple la viscosité d'Athabasca est d'environ 1 000 Pa.s à 11 °C)

- La densité, qui présente un degré API généralement inférieure à 20 (norme ASTM D287).

- le pourcentage de fractions légères, qui est représenté par le résidu à 200°C généralement de l'ordre de 95 % en masse.

- la teneur en soufre, qui peut être élevée et qui peut être souvent supérieure à 2% en masse , mais pas nécessairement.

De telles tuiles peuvent comprendre des asphaltènes, par exemple 1 à 20 %.

A titre d'exemples d'huiles lourdes on peut citer le Bocan (Venezuela), le jobo (Venezuela), le North Battleford (Canada), le Lagunillas (Venezuela) et le Quayarah (Irak).

Selon une variante, l'ajout de l'inhibiteur de précipitation de silice peut être réalisé à un endroit quelconque de la communication 18 entre la source 10 d'eau contenant la silice et le générateur de vapeur 20.

L'ajout de l'inhibiteur de précipitation de silice peut être réalisé en amont, en aval ou dans un réservoir de la source 10 d'eau contenant de la silice en communication 18 avec l'entrée d'eau 21 du générateur de vapeur 20. Il est avantageux d'ajouter l'inhibiteur de précipitation de silice en amont d'un ou des réservoirs de stockage d'eau contenant la silice pour préserver les réservoirs des dépôts éventuels de silice.

Selon un mode de réalisation, la production d'eau contenant de la silice selon l'étape (a) présente une concentration en silice totale inférieure ou égale à 400 milligrammes par litre (mg/l).

Il s'agit de la concentration totale en silice avant l'ajout de l'eau de recyclage provenant du dispositif de filtration 30.

Selon une variante, la production d'eau contenant de la silice selon l'étape (a) présente une concentration totale en silice comprise entre 300 et 400 mg/l.

Il est possible de déterminer le contenu total de silice par ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometer) ainsi que la répartition entre la silice amorphe/dissoute et la silice colloïdale par filtration d'une solution à 0,1 micron; la silice colloïdale est retenue par les filtres de 0,1 micron tandis que la silice soluble et la silice amorphe passent à travers les pores du filtre. Le taux moyen de silice totale contenue dans certaines eaux de production des extractions pétrolières par injection de vapeur, est en général d'environ 260mg/l dont 120mg/l de silice sous forme amorphe et/ou colloïdale avec un taux maximum qui peut s'élever à 400mg/l pour la silice totale et 260mg/l pour la silice amorphe et/ou colloïdale.

De préférence, la source 40 d'inhibiteur(s) de précipitation de silice comprend un ou plusieurs réservoirs de stockage de l'inhibiteur de précipitation en communication avec la source 10 d'eau contenant la silice.

Sans être limités par cette définition, les inhibiteurs de précipitation de silice évitent la coalescence de monomères $(OH)_3-Si-O-Si(OH)_3$ et maintiennent des polymères du type $SiO_2(OH)_n$ ($n \leq 8$) en suspension. Les inhibiteurs de précipitation assurent leurs fonctions à des températures de fonctionnement du procédé et installation selon l'invention. De tels inhibiteurs sont décrits dans la demande WO 2009/071981 et la demande canadienne CA 2475048, incorporées ici par référence. A titre de l'exemple, l'inhibiteur de précipitation de silice est un composé par exemple choisi parmi le groupe constitué par les polymères organiques, de préférence de haut poids moléculaire, comprenant les dérivés d'acide phospho-vinyl-sulfonique, les acides polyvinylsulfoniques, et leurs sels; les vinylsulfones; les acides organiques choisis parmi l'acide citrique, l'acide maléique, l'acide formique, l'acide lactique, les acides phosphino-carboxyliques, et leurs sels; les composés inorganiques choisis parmi l'acide borique, l'acide fluorhydrique ou leurs sels, le borax, l'aluminate de sodium, le chlorate de sodium. Avantagusement, l'inhibiteur de dépôt de silice est un inhibiteur comprenant au moins l'acide phospho-vinyl sulfonique ou au moins un de ses sels comme composé actif principal ou unique, de préférence en mélange avec un plusieurs acides organiques, comme par exemple l'acide citrique et/ou de l'acide maléique et/ou l'acide formique, et/ou l'acide lactique, et/ou leurs sels. Selon un mode de réalisation particulier, l'inhibiteur est ajouté à une quantité comprise entre 2 et 2000ppm, par exemple entre 3 et 100ppm. Selon une variante, l'inhibiteur est ajouté à une quantité comprise entre 5 et 50ppm. De plus, selon une variante, cette inhibition permet de retarder et de modifier la nature des dépôts de silice. En général, les dépôts sont non cristallisés quand ils proviennent de la forme colloïdale de

la silice alors que les dépôts de la forme amorphe sont cristallins et sont plus facilement éliminés durant le nettoyage des installations.

Avantageusement, l'eau peut contenir un acide entrant dans le générateur de vapeur et présenter un pH par exemple allant de 7 à 12, de préférence allant de 9 à 11.5.

5 Selon une variante, par exemple lorsque la source 10 d'eau de production contient plus de 400 mg/l de silice, il est possible de traiter préalablement cette eau pour abaisser son taux de silice. Ces opérations de retraitement s'effectuent dans une ou plusieurs installations de désiliciage à la chaux («lime softening »).

10 Selon une variante, il n'y a pas de réduction de la concentration de silice en amont de la source 10 d'eau contenant la silice.

Selon une variante, il n'y a pas de réduction de la concentration silice entre la source 10 d'eau contenant la silice et le générateur de vapeur d'eau 20. Ainsi, selon une variante le procédé et l'installation selon l'invention ne comprennent pas d'unité de désiliciage, notamment du type «lime softening ».

15 Selon une variante, le blowdown liquide en sortie de générateur de vapeur 20 peut présenter une concentration en silice supérieure à environ 400 mg/l, et par exemple de préférence supérieure à environ 1000 mg/l et de préférence supérieure à environ 1500 mg/l.

20 Selon un mode de réalisation particulier, au moins un agent dispersant de composés organiques solides est ajouté à la source 10 d'eau contenant la silice, à partir d'au moins une source 60 d'agent dispersant.

L'ajout l'agent dispersant peut être réalisé en amont, en aval ou dans un réservoir de la source 10 d'eau contenant de la silice. Il est avantageux d'ajouter l'agent dispersant en amont d'un ou des réservoirs de stockage d'eau contenant la silice pour disperser des
25 résidus organiques solides. De tels résidus organiques solides sont notamment des particules inorganiques (souvent de sulfure de fer) couvertes de dépôts organiques solides, appelés également « schmoos » (Hsi, C.D., Dudzik, D.S., Lane, R.H. et al. 1994. Formation Injectivity Damage Due to Produced Water Reinjection. Presented at the SPE Formation Damage Control Symposium, Lafayette, Louisiana, USA, 7–10 February. SPE-27395-MS. <http://dx.doi.org/10.2118/27395-MS>; Ly, K.T., Chan, A., Bohon, W.M. et al. 1998. Novel Chemical Dispersant for Removal of Organic/Inorganic "Schmoos" Scale in Produced Water Injection Systems. Presented at the 22-27 March 1998. NACE-98073).

30 Avantageusement, la source 60 d'agent dispersant peut comprendre un ou plusieurs réservoirs de stockage d'agent(s) dispersant(s) en communication avec la source 10 d'eau contenant la silice.

Des agents dispersants peuvent être choisis parmi les tensioactifs ou des agents moussants, comme par exemple des microémulsions à base d'alcool alkoxylé (voir WO 2013/158989), des composés hydrocarbonés cycliques azotés bis-quaternaire (voir WO 2009/076258), des formulations comprenant au moins une alkyl polyglycoside, au moins un
5 alcohol ethoxylé, du butanol et de l'hydroxyde de sodium (US 6234183). Ce peut être par exemple la composition Clean N Cor® commercialisé par Nalco Chemical Co. Selon une variante, l'ajout de l'inhibiteur de précipitation de silice est réalisé au niveau de la communication 18 entre la source 10 d'eau de production et le générateur de vapeur 20, en amont ou en aval de l'ajout d'agent(s) dispersant(s) par la communication 68.

10 Selon une variante illustrée par la figure 3, le procédé ou installation peut comprendre un ou plusieurs dispositifs de réduction de la dureté de l'eau 90 de la source 10 d'eau contenant la silice. De préférence, un tel dispositif de réduction de dureté 90 comprend une ou plusieurs unités d'échange d'ions. Ainsi le dispositif et procédé de l'invention peut comprendre au moins un dispositif d'échange d'ions 90 réduit la dureté de
15 l'eau. Plus spécifiquement, le flux de sortie 18 de la source d'eau de production est envoyé vers le dispositif de réduction de la dureté de l'eau 90 qui génère un flux sortant 98 envoyé vers le générateur de vapeur 20. La dureté de l'eau est représentée notamment par la concentration des ions calcium et magnésium. On peut donc utiliser par exemple un dispositif d'échange d'ions calcium et/ou magnésium. Un tel dispositif peut
20 comprendre une ou plusieurs résines échangeuses d'ions.

De préférence, le dispositif d'échange d'ions 90 est situé en amont de la source 40 d'agent inhibiteur de précipitation de silice et en amont de la source 60 d'agent dispersant.

25 Selon une variante, l'ajout de l'inhibiteur de précipitation de silice est réalisé en amont ou en aval du dispositif de réduction de la dureté de l'eau 90.

Le flux d'eau de production contenant la silice, et de préférence contenant avantageusement au moins un agent inhibiteur de précipitation de la silice et/ou au moins un agent dispersant est dirigé vers l'entrée 21 d'au moins un générateur de vapeur 20.

30 Selon un mode de réalisation particulier, la génération de vapeur d'eau et de l'eau de purge selon l'étape (d) (blowdown liquide) s'effectue à une température comprise entre 300 °C et 335 °C et une pression comprise entre 50 et 140 bars, de préférence entre 100 bars et 140 bars, par exemple pendant une durée comprise entre 10 et 60 minutes.

35 Selon une variante, le générateur de vapeur 20 génère approximativement 1 à 50 % en masse de blowdown liquide et 50 à 99 % en masse de vapeur d'eau, de préférence approximativement de 5 à 40 % en masse de blowdown liquide et 60 à 95 % en masse de vapeur, et encore plus préférablement environ 15 à 30 % en masse de blowdown liquide

et 70 à 85 % en masse de vapeur. Ainsi, à titre d'exemple, la quantité d'eau de purge séparée de la vapeur est comprise entre 15 et 30%, plus spécifiquement entre 20 et 25% par rapport à la quantité d'eau entrée.

En général, la sortie d'eau de purge 28 est située dans la partie basse du générateur de vapeur 20.

Selon un mode de réalisation, le générateur de vapeur produit une vapeur d'eau de très haute qualité qui peut être utilisée par exemple pour être injectée dans un sol pour extraire des huiles lourdes.

Selon une variante, le procédé et l'installation selon l'invention ne comprennent pas d'étape ou de dispositif d'évaporation de l'eau de purge provenant du générateur de vapeur (blowdown). Le déposant a trouvé que dans un procédé SIBE l'énergie est notamment consommée par l'évaporation du blowdown. Cette évaporation est donc avantageusement évitée dans la présente invention.

Avantageusement, le blowdown est envoyé vers au un moins un dispositif de filtration 30 de la silice. Ainsi, la silice est avantageusement éliminée après sa concentration dans le flux de blowdown du générateur de vapeur 20.

Selon une variante, l'ajout d'agent de précipitation de silice à partir de la source d'agent de filtration 50 peut être réalisé à un endroit quelconque de la communication entre la sortie 28 du blowdown issu du générateur de vapeur 20 et l'entrée 31 du dispositif de filtration 30.

Selon une variante, la communication entre la sortie 28 du générateur de vapeur 20 et l'entrée 31 du dispositif de filtration 30 est réalisée avec le passage dans au moins une unité ou dispositif de précipitation de la silice.

Selon un mode de réalisation, la précipitation de la silice est du type par cristallisation avec adsorption de la silice sur les cristaux. Selon un autre mode de réalisation, la silice est de préférence précipitée sous forme de silice colloïdale.

Comme agent de précipitation de la silice, on peut citer à titre d'exemples l'oxyde de magnésium (MgO), le chlorure de magnésium ($MgCl_2$), le chlorure ferrique, l'oxyde d'aluminium, le sulfate d'aluminium, l'oxyde de calcium, l'oxyde d'aluminium, les oxydes d'aluminium, de silicium et du titane, l'hydroxyde de sodium, ou l'un quelconque de leurs mélanges. Selon une variante, on peut par exemple former des cristaux d'hydroxydes de magnésium absorbant la silice présente dans l'eau. La silice présente dans le flux aqueux passe d'un état soluble à l'état insoluble.

En général, la quantité d'agent de précipitation de la silice est comprise entre 0.8 et 1.5, de préférence entre 1 et 1.2, parties en masse pour 1 partie en masse de silice.

Avantageusement, on peut utiliser une quantité de MgO comprise entre 500 et 2000 ppm. Avantageusement, on peut utiliser une quantité d'hydroxyde de sodium comprise entre 50 et 300 ppm.

Selon une variante, on peut ajouter un agent inhibiteur de l'activité de l'inhibiteur de précipitation de la silice pour faire précipiter la silice (appelé ici agent bloquant). Ainsi le procédé ou installation peut comprendre un ou plusieurs réservoirs d'au moins un agent bloquant.

Le pH du flux est de préférence maintenu entre 9,5 et 11,2, et de préférence entre 10,0 et 10,8 pour optimiser la précipitation de silice. Il est ainsi possible, selon une variante, d'ajouter au moins un agent de modification du pH ou un agent tampon du pH. Par exemple on peut ajouter un agent basique, comme par exemple l'hydroxyde de sodium ou le carbonate de sodium. La durée de la précipitation est suffisante pour rendre la silice insoluble. La durée de la précipitation ne doit de préférence pas être trop longue pour limiter la taille des précipités formés s'ils croient. Le flux du blowdown en aval de l'ajout de l'agent de précipitation est donc constitué ou comprend une suspension de silice précipitée dans le fluide liquide. Il faut noter ici que le flux d'extraction peut comprendre des particules de silice déjà à l'état insoluble. La concentration de silice insoluble dans le flux est donc supérieure après ajout de l'agent de précipitation.

Le flux contenant la silice précipitée est dirigé vers au moins un dispositif de filtration 30. Selon une variante, ce flux est particulier en ce qu'il comprend au moins un agent inhibiteur de précipitation, un agent de précipitation de la silice, et éventuellement au moins un agent dispersant de schmoos.

Selon une variante, le procédé ou installation peut comprendre des moyens d'élimination ou de réduction de la quantité d'agent dispersant et/ou d'agent inhibiteur de précipitation circulant dans le flux circulant dans le procédé ou installation.

Le flux est également particulier en ce qu'il comprend une forte concentration de silice, en général cinq fois plus concentrée qu'un flux d'eau d'extraction d'huiles lourdes. La concentration de silice totale peut donc atteindre 1200 ppm, voire 1500 ppm, voire encore 2000 ppm.

Selon une variante, l'eau de purge (228) contenant de la silice selon l'étape (e) présente une concentration en silice totale supérieure ou égale à 600, de préférence supérieur ou égale à 800 milligrammes par litre (mg/l).

De préférence le dispositif de filtration 30 comprend une plusieurs membranes céramiques filtrant la silice précipitée.

De tels dispositifs sont décrits dans la demande de brevet américain US 2009/0056940, incorporée ici par référence. Les dispositifs de filtration, de préférence par

membrane céramique sont connus de l'homme du métier. On peut se référer par exemple aux brevets US 6 165 553 et US 5 611 931, incorporés ici par référence. Différentes tailles de pores de membranes sont disponibles pour la filtration de silice et couvrent la microfiltration l'ultrafiltration et la nanofiltration. Les membranes peuvent être utilisées en mode de filtration tangentielle. Ce mode présente l'avantage de maintenir un fort taux de filtration des membranes en comparaison aux modes de filtration, notamment par flux direct. Le flux sortant du dispositif de filtration, appelé perméat ou filtrat 238, est substantiellement débarrassé de la silice précipitée, qui est retenue en amont de la membrane de filtration, avec éventuellement d'autres composés retenus par la membrane de filtration. Les éléments retenus par la membrane sont dénommés rétentat. La séparation est en général menée par la différence de pression au travers de la membrane ou la pression trans-membranaire. Avantageusement, selon la présente invention, la pression générée par le procédé (50-100 bars, par exemple) est suffisante pour assurer la filtration au travers la membrane du dispositif de filtration. Eventuellement, on peut prévoir un dispositif supplémentaire de pressurisation en amont du dispositif de filtration.

Les turbulences générées par la vitesse du flux tangentiel permettent un décolmatage de la membrane. Le dispositif de filtration peut également prévoir une unité ou dispositif de décolmatage pour éviter ou limiter le colmatage de la membrane par au moins la silice précipitée, voire les éventuels autres précipités présents dans le flux entrant dans le dispositif de filtration.

Une partie du perméat peut être recyclée en amont du dispositif de filtration. Selon une variante, un fort taux de recirculation du perméat est maintenu dans le dispositif de filtration.

Généralement, le flux sortant de perméat représente environ 1 à 10 % en volume du flux entrant dans le dispositif de filtration 30.

Par exemple, la concentration de silice dans le perméat peut-être de 10 à 50 ppm et présenter un pH de 8 à 12, et par exemple de 9,5 à 11,2.

Selon un mode de réalisation particulier, le flux du blowdown du générateur de vapeur sortant du dispositif de filtration est recyclé sous la forme d'un flux d'eau sensiblement exempt de silice précipitée. Le recyclage est effectué vers la source 10 d'eau contenant la silice, de préférence en aval de la communication 48 de la source 40 d'inhibiteur de précipitation de silice avec la source 10 d'eau contenant la silice et en aval de la communication 68 de la source de dispersant avec la source 10 d'eau contenant la silice. Selon une variante le taux de recyclage du flux de blowdown peut être supérieur à 80%, de préférence supérieur à 90%.

Selon une variante, le flux de perméat sortant du dispositif de filtration 30 est dirigé à partir de la sortie 38 du dispositif de filtration 30 vers l'entrée 81 d'au moins un dispositif d'osmose inverse 80. Les dispositifs d'osmose inverse sont bien connus de l'homme du métier.

5 Le flux sortant du dispositif d'osmose inverse 80 est dirigé vers la source 10 d'eau contenant la silice, en amont ou en aval de la communication 48 de la source 40 d'inhibiteur de précipitation de silice avec la source 10 d'eau de production et en amont ou en aval de la communication 68 de la source de dispersant avec la source 10 d'eau de production. Lorsqu'un réservoir de stockage de la source d'eau 10 de production est
10 utilisé, on dirige, selon une variante, le flux sortant du dispositif d'osmose inverse 80 en aval du réservoir.

Selon une variante particulière, lorsque l'installation ou le procédé comprend un dispositif d'échange d'ions 90, le flux sortant du dispositif de filtration 30 ou du dispositif d'osmose inverse 80 est dirigé vers la communication 18 de la source 10 d'eau de
15 production, en amont du dispositif d'échange d'ions 90.

La figure 1 illustre un exemple simplifié de schéma bloc (diagramme bloc) d'une installation spécialement adaptée à la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention comprenant un agencement spécifique qui ne saurait limiter l'invention.

La figure 2 illustre un exemple simplifié de schéma bloc d'une installation
20 spécialement adaptée à la mise en œuvre d'un procédé comprenant un dispositif d'osmose inverse selon l'invention avec un agencement spécifique qui ne saurait limiter l'invention.

La figure 3 illustre un exemple simplifié de schéma bloc d'une installation
25 spécialement adaptée à la mise en œuvre d'un procédé comprenant un dispositif de traitement de la dureté de l'eau selon l'invention avec un agencement spécifique qui ne saurait limiter l'invention.

La figure 4 illustre un exemple simplifié de schéma bloc d'une installation selon la figure 1 mise en œuvre dans le cadre d'extraction d'huiles lourdes.

30 Plus particulièrement, selon la figure 1, la source 10 d'eau de production extraction contenant de la silice est issue de préférence d'un procédé d'extraction d'huiles lourdes de sols, et en particulier de formations sous-terraines. L'eau d'extraction est en général stockée dans un ou plusieurs réservoirs de stockage. L'eau d'extraction a généralement subi un traitement de séparation des huiles contenues dans celles-ci pour en limiter la quantité. L'eau d'extraction est en générale stockée dans un réservoir de stockage. Sur la
35 conduite de communication 18 est piquée au moins une conduite en communication 48 avec une source 40 d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice stocké par exemple

dans un ou plusieurs réservoirs. Sur la conduite de communication 18 est piquée au moins une conduite en communication 68 avec une source 60 d'au moins un agent de dispersion de composés organiques solides (« schmoo ») contenus dans le flux d'eau d'extraction, ledit agent de dispersion pouvant être stocké par exemple dans un ou plusieurs réservoirs. Le flux d'eau de production contenant notamment la silice, au moins un agent de dispersion et au moins un inhibiteur de précipitation est dirigé vers au moins un générateur de vapeur 20 par l'intermédiaire d'au moins une conduite en communication 18 avec une entrée 21 du générateur de vapeur 20 pour injecter dans le générateur de vapeur 20 un flux d'eau d'extraction à vaporiser. Le générateur de vapeur 20, de préférence du type OTSG, génère au moins un flux de vapeur d'eau en sortie 25, par exemple qui peut être ensuite utilisé pour l'extraction d'huiles lourdes dans un sol, typiquement une formation sous-terrainne, et génère un flux de purge d'eau 228 appelé blowdown en sortie 28. Le flux de blowdown 228 est dirigé par l'intermédiaire de la conduite de communication de la sortie 28 vers l'entrée 21 d'au moins un dispositif de filtration 30 par membrane 36, de préférence du type à membrane céramique, pour la filtration de la silice précipitée. En amont du dispositif de filtration 30 est piquée au moins une conduite en communication 48 avec au moins une source 40 d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice. La précipitation de la silice peut avoir lieu dans la conduite de communication de la sortie 28 vers le dispositif de filtration 30 ou dans au moins une unité de précipitation, non représentée, de préférence spécialement adaptée à former une zone de précipitation de la silice. Le rétentat 270 de silice précipitée est par exemple dirigé par une conduite de purge 70 vers une zone de traitement de la silice et éventuellement des autres composés du rétentat 270. Le perméat 238, comprenant l'eau filtrée est dirigé à partir de la sortie 38 vers la source 10 d'eau de production, par exemple en amont ou en aval des piquages de conduite en communication 48 avec une source 40 d'au moins un inhibiteur et en communication 68 avec une source 60 d'au moins un agent de dispersion de composés organiques solides (« schmoo »).

La figure 2 illustre un diagramme bloc simplifié d'une installation et d'un procédé comprenant un dispositif d'osmose inverse 90. Le flux de perméat 238 sortant du dispositif de filtration 30 est dirigé par une conduite de communication de la sortie 38 vers l'entrée 81 d'au moins un dispositif d'osmose inverse 80, notamment pour la production d'un perméat de très haute qualité. Le flux de haute qualité sortant du dispositif d'osmose inverse est dirigé par une conduite de communication 88 vers la source d'eau d'extraction 10, par exemple en amont ou en aval des piquages de conduites de communication 48 avec une source 40 d'au moins un inhibiteur et de communication 68 avec une source 60 d'au moins un agent de dispersion de composés organiques solides (« schmoo »).

La figure 3 illustre un diagramme bloc simplifié d'une installation et d'un procédé comprenant un dispositif d'échange d'ions 90 situé sur la conduite de communication 18 entre la source 10 d'eau d'extraction et le générateur de vapeur 20. L'eau d'extraction de la source 10 est dirigée vers l'entrée 91 du dispositif d'échange d'ions 90. Une purge 93 permet de soutirer les déchets retenus dans le dispositif d'échange d'ions 90. Le flux sortant du dispositif d'échange d'ions 90 est dirigé par une conduite en communication 98 avec l'entrée 21 du générateur de vapeur 20 pour sa vaporisation. Le dispositif d'échange d'ions 90 est situé avantageusement en amont des piquages de la conduite en communication 48 avec une source 40 d'au moins un inhibiteur et de la conduite en communication 68 avec une source 60 d'au moins un agent de dispersion de composés organiques solides (« schmoo »).

Les températures, pression, débits, taux de recyclages, et autres paramètres de fonctionnement du procédé et dispositif de l'invention sont fixés par l'homme du métier selon ses connaissances générales.

Le procédé et installation selon l'invention sont spécialement adaptés au domaine pétrolier, notamment pour l'extraction ou la production d'huiles lourdes, de bitumes ou de sables bitumeux. Ainsi l'invention concerne un procédé et installation mettant en œuvre un procédé ou installation selon l'invention.

Plus précisément, l'invention concerne, comme illustré par exemple par la figure 4, une méthode d'extraction d'huiles lourdes d'un sol par injection de vapeur, ledit procédé comprenant au moins :

(i) la génération de vapeur d'eau selon un procédé de production de vapeur d'eau selon l'invention, ladite méthode comprenant au moins les étapes suivantes :

(ii) l'injection dans un sol, de préférence une formation sous-terrainne, d'au moins un flux de vapeur d'eau 25 produit selon l'étape (d) du procédé de production de vapeur d'eau selon l'invention par l'intermédiaire d'au moins un puits injecteur 100 ;

(iii) la récupération à partir d'au moins un puits producteur 110 d'au moins un flux d'huiles lourdes 118 et d'au moins un flux d'eau condensée contenant des huiles lourdes 119;

(iv) la séparation dans au moins un dispositif de séparation 130 de l'eau et des huiles lourdes à partir du flux d'eau condensée contenant des huiles lourdes pour générer un flux d'eau déshuilée 138 et d'un flux d'huiles lourdes 135;

(v) l'utilisation d'un flux d'eau déshuilée selon l'étape (iv) comme source 10 d'eau contenant de la silice selon l'étape (a) du procédé de production de vapeur d'eau selon l'invention.

La présente invention concerne encore une installation pétrolière comprenant :

15

- au moins une installation de production de vapeur d'eau 1 selon l'invention ;

- au moins un puits injecteur 100 de vapeur d'eau dans un sol ;

- au moins un puits producteur 110 d'huiles lourdes, de bitumes ou sable bitumeux, et de l'eau d'extraction ;

- au moins un dispositif de séparation 130 de l'eau d'extraction et des huiles lourdes, de bitumes ou sable bitumeux, comprenant au moins ;

- une sortie de flux d'huiles lourdes 135 sensiblement exempt d'eau

- une sortie de flux d'eau 138 sensiblement exempt d'huiles lourdes ;

- ladite sortie de flux d'eau 138 formant source 10 d'eau contenant la silice,

- la sortie de vapeur d'eau 25 de l'installation de production de vapeur d'eau 1 selon l'invention, étant en communication avec au moins un puits injecteur 100.

15

REVENDICATIONS

1.- Procédé de production de vapeur d'eau comprenant au moins :

5 (a) la production d'eau contenant de la silice à partir d'une source (10) d'eau contenant de la silice ;

(b) l'ajout d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice à l'eau contenant de la silice préalablement à l'entrée dans un générateur de vapeur d'eau (20), à partir d'une source (40) d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice ;

10 (c) la fourniture de l'eau, contenant de la silice et au moins un inhibiteur de précipitation, au générateur de vapeur d'eau (20) pour générer en sortie du générateur un flux de vapeur d'eau (25) et une purge d'eau (228);

(d) la génération d'un flux de vapeur d'eau (25) et d'une eau de purge (228) dans le générateur (20) ;

15 (e) l'ajout à l'eau de purge (228) sortant du générateur (20) d'au moins un agent de précipitation de silice, à partir d'au moins une source (50) d'au moins un agent de précipitation de silice ;

(f) le traitement de l'eau de purge (228) dans au moins un dispositif de filtration (30) par membrane filtrant la silice pour générer (i) un perméat (238) d'eau dirigé vers la source (10) d'eau contenant de la silice et (ii) un rétentat (270) de silice précipitée.

20

2.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel la génération d'un flux de vapeur d'eau (25) et de l'eau de purge (228) selon l'étape (d) s'effectue dans une installation de type à circulation forcée à une passe avec évaporation partielle (OTSG).

25 3.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel la production d'eau contenant de la silice selon l'étape (a) présente une concentration en silice totale inférieure ou égale à 400 milligrammes par litre (mg/l).

30 4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'eau de purge (228) contenant de la silice selon l'étape (e) présente une concentration en silice totale supérieure ou égale à 600, de préférence supérieur ou égale à 800 milligrammes par litre (mg/l).

35 5.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel au moins un agent dispersant de composés organiques solides est ajouté à la source (10) d'eau contenant la silice, à partir d'au moins une source (60) d'agent dispersant.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le perméat (238) sortant du dispositif de filtration (30) est dirigé à partir de la sortie (38) du dispositif de filtration (30) vers l'entrée (81) d'au moins un dispositif d'osmose inverse (80).

5

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel au moins un dispositif d'échange d'ions (90) réduit la dureté de l'eau.

10

8.- Méthode d'extraction d'huiles lourdes d'un sol par injection de vapeur, ledit procédé comprenant au moins :

(i) la génération de vapeur d'eau selon un procédé tel que défini à l'une quelconque des revendications 1 à 7, ladite méthode comprenant au moins les étapes suivantes :

15

(ii) l'injection dans un sol, de préférence une formation sous-terrainne, d'au moins un flux de vapeur d'eau (25) produit selon l'étape (d) du procédé tel que défini à l'une quelconque des revendications 1 à 7 par l'intermédiaire d'au moins un puits injecteur ;

(iii) la récupération à partir d'au moins un puits producteur (110) d'au moins un flux d'huiles lourdes (118) et d'au moins un flux d'eau condensée contenant des huiles lourdes (119);

20

(iv) la séparation dans au moins un dispositif de séparation (130) de l'eau et des huiles lourdes à partir du flux d'eau condensée contenant des huiles lourdes pour générer un flux d'eau déshuilée (138) et d'un flux d'huiles lourdes (135);

(v) l'utilisation d'un flux d'eau déshuilée selon l'étape (iv) comme source (10) d'eau contenant de la silice selon l'étape (a) du procédé tel que défini à l'une quelconque des revendications 1 à 7.

25

9.- Installation de production de vapeur d'eau (1) comprenant au moins:

– un générateur de vapeur d'eau (20) comprenant au moins :

30

- une entrée d'eau (21),

- une sortie de vapeur d'eau (25), et

- une sortie d'eau de purge (28) ;

– une source (10) d'eau contenant de la silice en communication (18) avec une entrée d'eau (21) du générateur de vapeur (20) ;

35

– une source (40) d'au moins un inhibiteur de précipitation de silice en communication (48) avec la source (10) d'eau contenant la silice ;

– une source (50) d'au moins un agent de précipitation de la silice en communication (58) avec la sortie d'eau de purge (28) du générateur de vapeur d'eau (20) en amont d'une entrée (31) d'un dispositif de filtration (30),

– un dispositif de filtration (30) de silice précipitée comprenant au moins :

5 – une membrane (36) filtrant la silice précipitée,
 – une entrée (31) d'eau de purge provenant du générateur de vapeur d'eau (20),

 – une sortie (38) d'eau du dispositif de filtration de silice,

 – une purge (70) de silice précipitée,

10 – la sortie (38) d'eau du dispositif de filtration de silice étant en communication avec la source (10) d'eau contenant de la silice,

 – ladite sortie d'eau de purge (28) du générateur de vapeur (20) étant en communication avec une entrée du dispositif (30) de filtration de silice précipitée.

15 10.- Installation selon la revendication 9, dans laquelle ladite installation comprend en outre une source (60) d'au moins un agent dispersant en communication avec la source (10) d'eau contenant la silice.

20 11.- Installation selon l'une quelconque des revendications 9 à 10, dans laquelle ladite installation comprend un dispositif d'osmose inverse (80) situé en aval du dispositif de filtration (30) et en amont de la source (10) d'eau contenant la silice, ledit dispositif d'osmose inverse (80) comprenant une entrée (81) en communication avec le filtrat (238) d'eau du dispositif de filtration (30), ledit dispositif d'osmose inverse (80) générant un flux d'eau purifiée en sortie (88) dirigé vers la source (10) d'eau contenant la silice.

25

 12.- Installation selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, comprenant un ou plusieurs dispositifs de réduction de la dureté de l'eau (90) de la source (10) d'eau contenant la silice.

30 13.- Installation pétrolière comprenant :

 - au moins une installation telle que définie selon l'une quelconque des revendications 9 à 12 ;

 - au moins un puits injecteur (100) de vapeur d'eau dans un sol ;

35 - au moins un puits producteur (110) d'huiles lourdes, de bitumes ou sable bitumeux, et de l'eau d'extraction ;

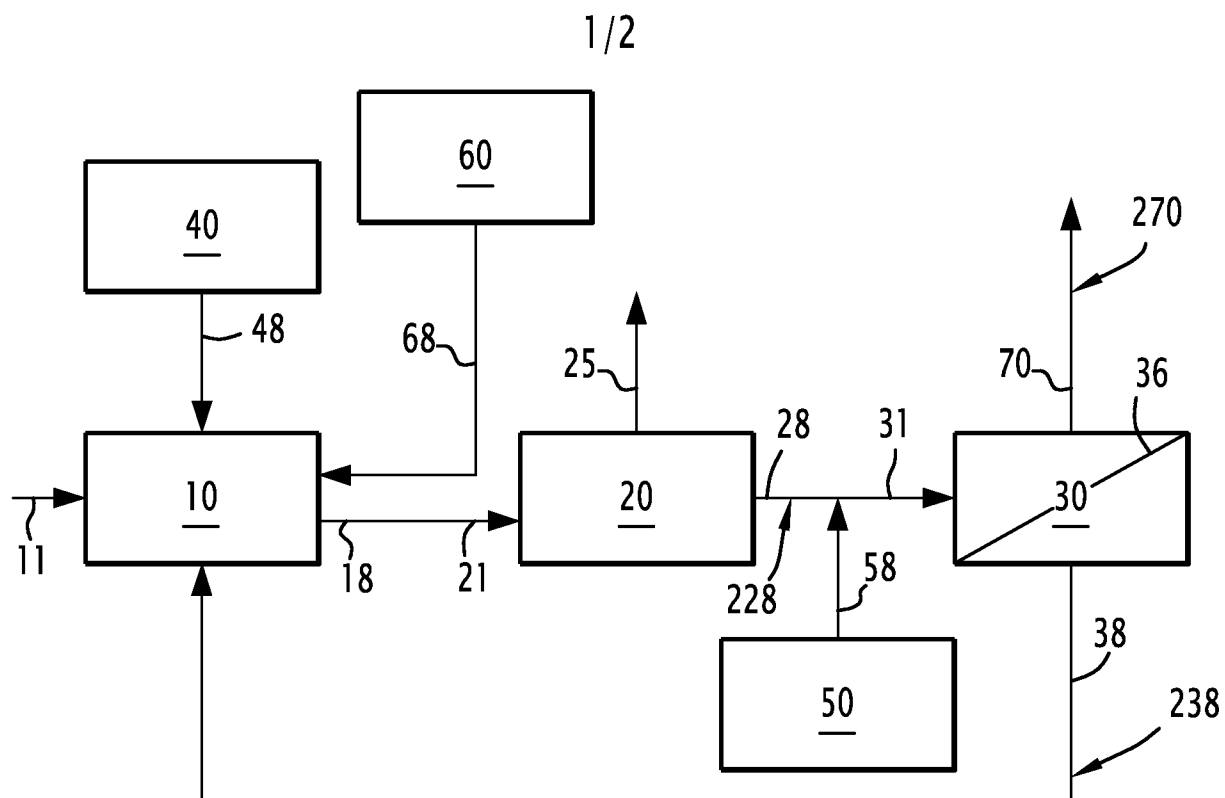
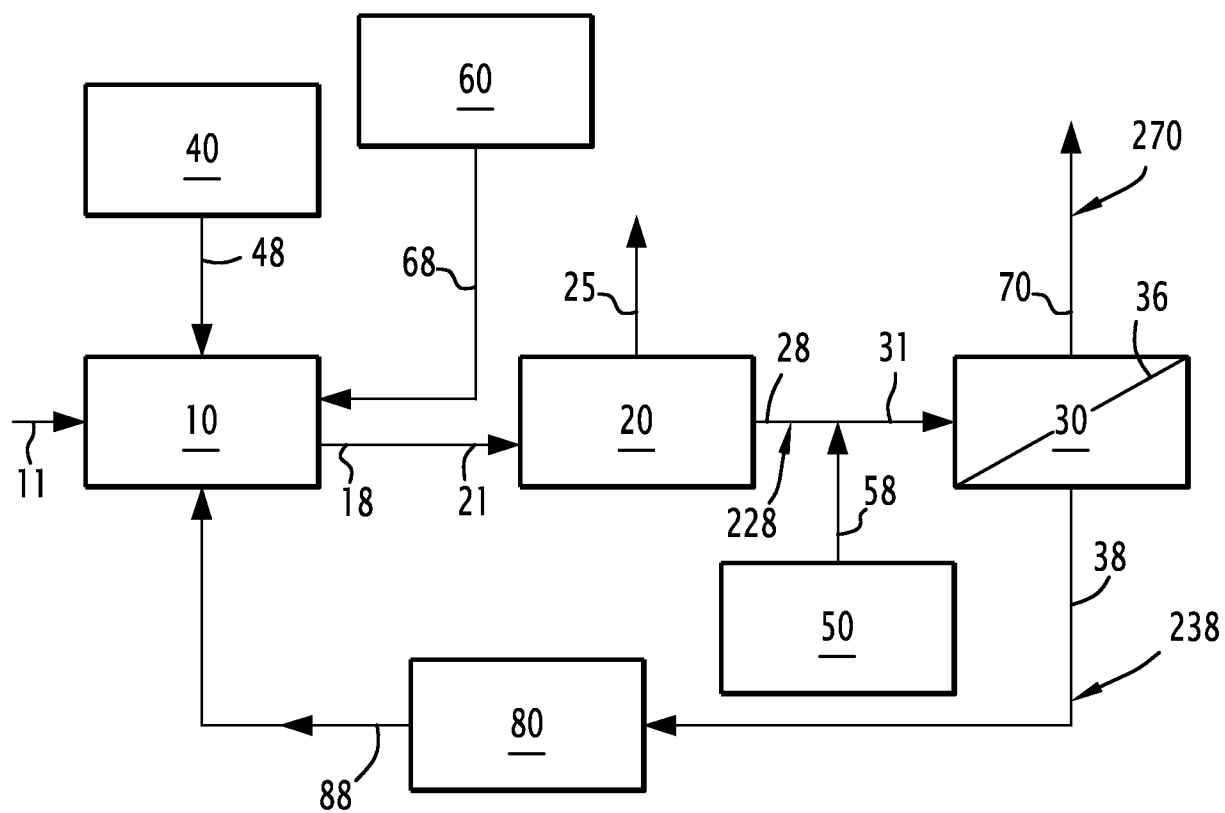
- au moins un dispositif de séparation (130) de l'eau d'extraction et des huiles lourdes, de bitumes ou sable bitumeux, comprenant au moins ;

- une sortie de flux d'huiles lourdes (135) sensiblement exempt d'eau

- 5 - une sortie de flux d'eau (138) sensiblement exempt d'huiles lourdes ;

- ladite sortie de flux d'eau (138) formant source (10) d'eau contenant la silice,

- 10 - la sortie de vapeur d'eau (25) de l'installation telle que définie selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, étant en communication avec au moins un puits injecteur (100).

FIG.1FIG.2

2/2

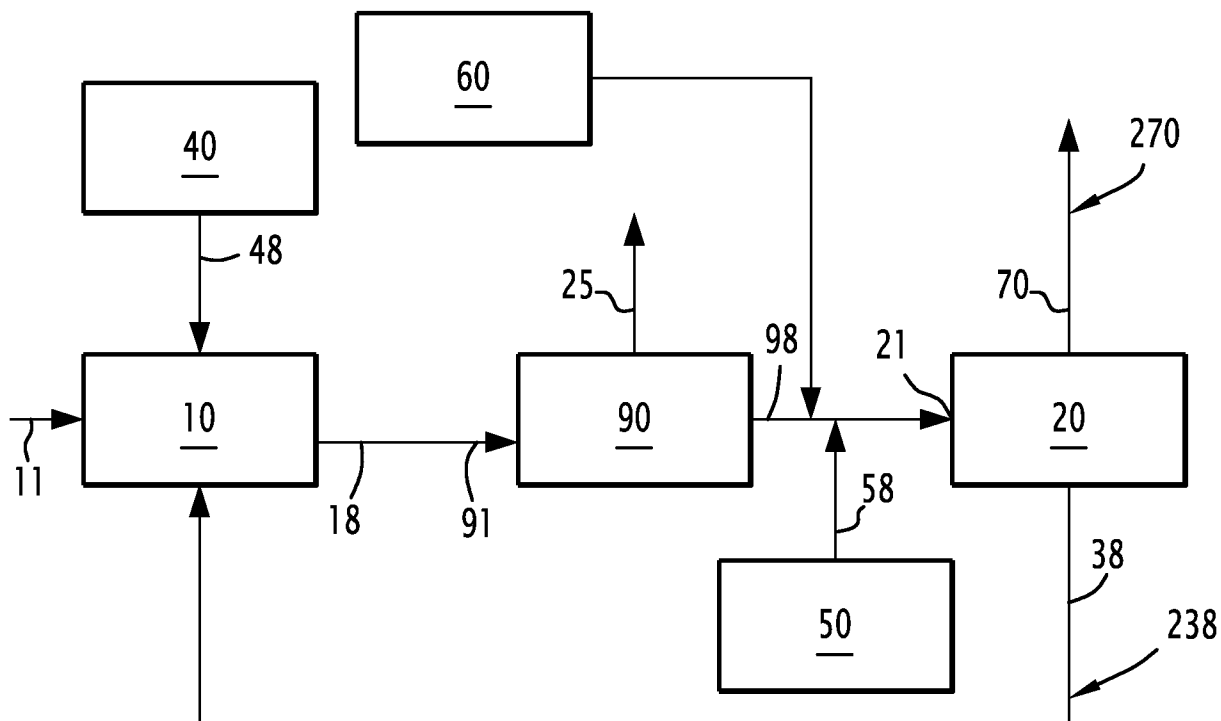


FIG.3

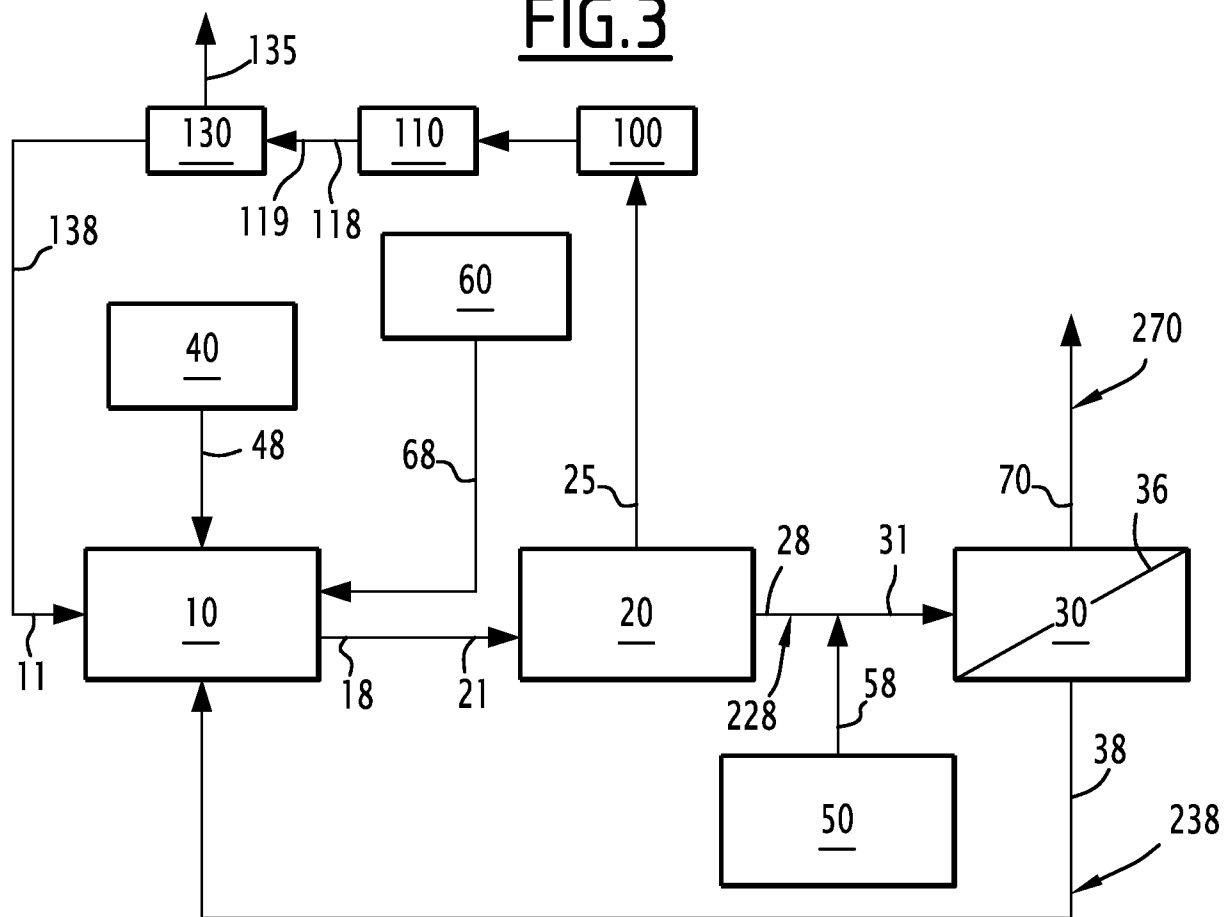


FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/055451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER					
INV.	F22B29/06	B01D1/00	C02F1/00	C02F1/42	C02F1/44
	C02F1/52	C02F1/66	C02F5/00	C02F5/08	C02F9/00
	F22B37/48	F22D11/00	C02F103/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC					
B. FIELDS SEARCHED					
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)					
F22B B01D C02F F22D E21B					
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched					
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)					
EPO-Internal, WPI Data					
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT					
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages				Relevant to claim No.
Y	US 2013/292115 A1 (BANSAL KRIS M [US] ET AL) 7 November 2013 (2013-11-07) abstract; figures 1,2 paragraphs [0004] - [0031] -----				1-13
Y	US 2007/051513 A1 (HEINS WILLIAM F [US]) 8 March 2007 (2007-03-08) figures 1,2 -----				1-13
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.					
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family					
Date of the actual completion of the international search			Date of mailing of the international search report		
7 July 2015			14/07/2015		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016			Authorized officer Lepers, Joachim		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/055451

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013292115	A1	07-11-2013	NONE
US 2007051513	A1	08-03-2007	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/055451

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F22B29/06 B01D1/00 C02F1/00 C02F1/42 C02F1/44 C02F1/52 C02F1/66 C02F5/00 C02F5/08 C02F9/00 F22B37/48 F22D11/00 C02F103/10					
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB					
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F22B B01D C02F F22D E21B					
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche					
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data					
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS					
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents				no. des revendications visées
Y	US 2013/292115 A1 (BANSAL KRIS M [US] ET AL) 7 novembre 2013 (2013-11-07) abrégé; figures 1,2 alinéas [0004] - [0031]				1-13
Y	US 2007/051513 A1 (HEINS WILLIAM F [US]) 8 mars 2007 (2007-03-08) figures 1,2				1-13
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe					
* Catégories spéciales de documents cités:					
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets					
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée			Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale		
7 juillet 2015			14/07/2015		
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale			Fonctionnaire autorisé		
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016			Lepers, Joachim		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/055451

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013292115	A1	07-11-2013	AUCUN

US 2007051513	A1	08-03-2007	AUCUN
